

FACULDADE DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Celso Pessanha Machado

**INVESTIGANDO O USO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS COMO APOIO AO
ENSINO DE MATEMÁTICA**

Porto Alegre
2011

CELSO PESSANHA MACHADO

**INVESTIGANDO O USO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS COMO
APOIO AO ENSINO DE MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Profa. Dra. LUCIA MARIA MARTINS GIRAFFA

**PORTO ALEGRE
2011**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M149i Machado, Celso Pessanha

Investigando o uso de softwares educacionais como apoio ao ensino de Matemática/ Celso Pessanha Machado. – Porto Alegre, 2011.

82 f.

Diss. (Mestrado) – Faculdade de Física, Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientador: Profa. Dra. Lucia Maria Martins Giraffa.

1. Matemática - Ensino. 2. Informática na educação. 3.

Professores - Formação Profissional. 4. Tecnologia Educacional. 5.

Métodos e Técnicas de Ensino. I. Giraffa, Lucia Maria Martins.

II. Título.

Bibliotecário Responsável

Ginamara Lima Jacques Pinto

CRB 10/1204

CELSO PESSANHA MACHADO

**INVESTIGANDO O USO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS COMO
APOIO AO ENSINO DE MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em 28 de março de 2011

Prof. Dr. Andre Raabe - UNIVALI

Prof. Dr. Lori Viali – PUCRS

Prof.^a Dr.^a Lucia Maria Martins Giraffa (Orientadora) = PUCRS

*Dedico este trabalho ao meu neto
Pedro, esperando que ele trilhe o caminho da
busca do conhecimento.*

AGRADEÇO

Realizar uma pesquisa acadêmica e escrever uma dissertação está longe de ser um ato solitário. Em todo o processo vários atores se fazem presente, proporcionando contribuições que definem o produto final exposto nestas páginas.

Em primeiro lugar agradeço a minha família, especialmente aos meus filhos Celso, Aline, Bianca e Paula, meu genro Rinaldo, minha nora Márcia e minha esposa Miriam pelo incentivo e pelo estímulo constantes, principalmente nos momentos em que surgiram dificuldades.

Agradeço aos meus colegas do Mestrado em Educação em Ciências e Matemática pelo compartilhar de experiências e pelo convívio fraterno e amistoso nestes vinte e quatro meses.

Ao professores do curso demonstro meu reconhecimento pelas contribuições relevantes e o aporte teórico apresentado, que serviu como alicerce desta dissertação.

Expresso meu carinho pela instituição de ensino onde a pesquisa foi realizada, agradeço ao corpo diretivo, docentes, discentes e funcionários pela acolhida e atenção dispensada.

Agradeço a minha Orientadora, professora Lucia Giraffa, pela enorme dedicação despendida no decorrer de nossa trajetória. Nenhum obstáculo pessoal e profissional a impediu de realizar seu trabalho, o que só fez aumentar a minha admiração pela especialista e o meu respeito pelo ser humano que ela é.

Agradeço por fim a Deus, que tem seus misteriosos e insondáveis desígnios, que determina o tempo certo para que os fatos aconteçam.

RESUMO

Esta dissertação de Mestrado apresenta as reflexões e os resultados de uma pesquisa realizada para investigar a conexão entre a formação do professor de Matemática e suas escolhas de uso de softwares educacionais na prática profissional. Os professores participantes, em conjunto com o autor escolheram para os experimentos os softwares Google Earth, Graphmatica e Google Sketchup, considerados os mais adequados entre os avaliados para apoiar as atividades docentes. A motivação para realizar esta pesquisa surgiu de dados empíricos e leituras de publicações da área que indicam que os professores de Matemática que usam Softwares Educacionais não obtêm formação, durante a graduação ou quando há alguma formação, ela é insuficiente ou inadequada. Esta formação é adquirida por iniciativa e investimentos próprios, oriundos de motivações pessoais que têm origem nas características próprias dos usuários destes programas. Os autores utilizados para embasar este projeto foram Vygotsky, Pierre Lévy, e Maturana, e, secundariamente Valente, Kuhn e Mattelart. Os instrumentos de coleta de dados utilizados na investigação foram questionários abertos, gravações e diário de campo. Estes dados foram analisados posteriormente através da Análise Textual Discursiva. As considerações finais indicam que o processo de formação na graduação, no que tange ao uso de tecnologias digitais deve ser repensado, para se adaptar ao público que chega a Universidade, cada vez mais imerso no virtual, que exerce uma influência relevante no seu comportamento e na sua linguagem.

Palavras - chave: Informática na educação – Ensino de Geometria - Formação continuada de professores – Educação Matemática – Softwares Educacionais.

ABSTRACT

This thesis describes the discussions and results of a survey conducted to investigate the connection between the training of mathematics teachers and their choices of educational software use in professional practice. The teachers who participated, together with the author choose for the experiments the software Google Earth, Google Sketchup and Graphmatica, as the most suitable among those evaluated to support the teaching activities. The motivation for this research came from empirical data and publications in the field reading which indicates that the mathematics teachers who use educational software do not get trained during graduation or when there is some training, it is insufficient or inadequate. This training is acquired on the initiative and its own investments, from personal motives that arise from the characteristics of users of these programs. The authors used for supporting this project were Vygotsky, Pierre Lévy, and Maturana, and secondarily Valente, Kuhn and Mattelart. The data collection instruments used in research were open-ended questionnaires, and field journal recordings. These data was later analyzed by Discourse Textual Analysis. The final considerations indicate that the process of training during graduation, which has to do with the use of digital technologies should be redesigned to fit the audience that comes to the university, increasingly immersed in the virtual world , which exerts an important influence on their behavior and in their language.

Keywords: Information technology in education – Teaching geometry- Teacher’s background- Mathematics Education - Educational Software.

Lista de Figuras

Figura 1 - Sequência de construção de um Fractal.....	40
Figura 2 - Busca no Google.....	43
Figura 3 - Imagem gerada por satélite disponibilizada pelo Google Earth.....	44
Figura 4 - Exemplos de uso do Equation.....	53
Figura 5 - Função quadrática no Graphmatica.....	53
Figura 6 - Função linear no Graphmatica.....	54
Figura7 - Pentágono em Washington.....	55
Figura 8 - Círculos em Porto Alegre.....	55
Figura 9 - Página inicial do Google Sketchup.....	56
Figura 10- Sólidos geométricos construídos com o Sketchup.....	56
Figura 11- Evolução do uso de Softwares pelo professor.....	70
Figura 12- Inicial do Slogo.....	80
Figura 13- Transformações no Poly.....	81
Figura 14- Pirâmide construída no Google Sketchup.....	82

Lista de abreviaturas

ATD	Análise Textual Discursiva
EAD	Educação a Distância
EJA	Educação de Jovens e Adultos
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
GESTAR II	Programa Gestão da Aprendizagem II
LI	Laboratório de Informática
MEDUCEM	Mestrado em Educação em Ciências e Matemática
MINERVA	Meios Informáticos na Educação: Racionalização, Valorização e Atualização
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MS	Microsoft
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
NIED	Núcleo de Informática Aplicada à Educação
NTE	Núcleo de Tecnologia Educacional
ONG	Organização Não Governamental
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDF	Portable Document Format
PPT	Power Point
PROINFO	Programa Nacional de Informática na Educação
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
SCIELO	Scientific Electronic Library Online
SE	Softwares Educacionais

TD

Tecnologias Digitais

TIC

Tecnologias de Informação e Comunicação

UNICAMP

Universidade Estadual de Campinas

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
2 APORTE TEORICO	20
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ORGANIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO.....	34
4 PROPOSTAS METODOLÓGICAS UTILIZADAS COMO ELEMENTOS MOTIVADORES NO CONTEXTO DA PESQUISA	38
5 A ESCOLHA DOS SOFTWARES EDUCACIONAIS E O PERFIL DOS PROFESSORES	51
6 INVESTIGANDO O PERFIL DOS DOCENTES E SUAS ESCOLHAS TECNOLÓGICAS RELACIONADAS AOS SE.....	57
7 ANALISANDO OS RESULTADOS ORIUNDOS DAS OPINIÕES DOS ENTREVISTADOS... 	60
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
9 REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICE 1.....	79
SOFTWARES EDUCACIONAIS E ENSINO DE GEOMETRIA	79

1 INTRODUÇÃO

Analisando-se os documentos, portarias e dispositivos de regulação do Ministério da Educação, nos últimos 20 anos, observa-se a preocupação da inclusão de recursos relacionados ao uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), especialmente com os Softwares Educacionais¹ (SE), nas escolas públicas a fim de que os alunos das camadas de menor poder aquisitivo possam ter acesso a estes recursos, e não se crie no Brasil mais uma categoria de excluídos – a dos analfabetos digitais. Esta é, ainda, uma questão de política pública e não uma questão meramente pedagógica, embora existam algumas condições para que a prática docente seja revista no que tange a incorporação das TICs no escopo da sala de aula presencial. Moraes (1998) destaca que:

Novos modelos de concorrência estão surgindo baseados em mudanças contínuas de tecnologias, requerendo produtos cada vez mais especializados, tanto nos países mais ricos como naqueles em desenvolvimento. Tudo isso exige maior empenho na busca de uma aprendizagem tecnológica mais acelerada e nos leva a acreditar que o verdadeiro segredo do sucesso dos países em desenvolvimento estará no domínio das possibilidades de crescimento do setor de informações. Na informatização crescente da sociedade e na capacidade de coordenação e articulação dos processos de aprendizagem e de desenvolvimento humano associados ao manejo a tecnologia. (MORAES, 1998, p. 5)

Neste sentido, foram criados programas de incentivo ao uso de TICs na Educação, onde se destaca o Programa Nacional de Informática na Educação – PROINFO, cujas atribuições são definidas pelo decreto nº 6.300, de 12 de dezembro de 2007, que dispõe sobre o programa, envolvendo os seguintes objetivos, de acordo com a redação do artigo 1º:

I - promover o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas escolas de educação básica das redes públicas de ensino urbanas e rurais;

II - fomentar a melhoria do processo de ensino e aprendizagem com o uso das tecnologias de informação e comunicação;

III - promover a capacitação dos agentes educacionais envolvidos nas ações do Programa;

¹Há uma abordagem, quase consensual na comunidade de IE brasileira de que “*todo programa pode ser considerado um programa educacional desde que utilize uma metodologia que o contextualize no processo ensino-aprendizagem.*” (GIRAFFA, 1999, p.25).

IV - contribuir com a inclusão digital por meio da ampliação do acesso a computadores, da conexão à rede mundial de computadores e de outras tecnologias digitais, beneficiando a comunidade escolar e a população próxima às escolas;

V - contribuir para a preparação dos jovens e adultos para o mercado de trabalho por meio do uso das tecnologias de informação e comunicação; e

VI - fomentar a produção nacional de conteúdos digitais educacionais. (BRASIL, 2007, p. 1)

A primeira etapa realizada foi a distribuição e instalação de equipamentos de *hardware* (computadores pessoais e periféricos) pelo Brasil, destinado aos estudantes e professores, a fim de auxiliar a diversificar metodologias relacionadas ao processo de ensino e de aprendizagem. Os colégios públicos receberam e continuam recebendo estes computadores, os quais devem ser devidamente instalados em Laboratórios de Informática (LI).

Uma pesquisa realizada com professores-mestrandos no âmbito do Mestrado em Educação em Ciências e Matemática (MEDUCEM), da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS indicou algumas situações diferenciadas no que tange ao uso destes recursos previstos pelo PROINFO.

Cabe salientar que todos os docentes atuam em escolas públicas atendidas pelo PROINFO. Analisando as entrevistas realizadas observou-se que nas escolas dos municípios onde estes docentes atuam nem sempre estes recursos têm sido utilizados conforme os objetivos do programa. Alguns equipamentos são destinados as áreas administrativas da escola alegando que os professores não os utilizam. Outros colegas relataram que tinham dificuldades de acesso às salas que funcionavam como LI, devido à falta de horários disponíveis para os alunos e professores realizarem atividades em turno alternativo ao de estudo, falta de pessoal para apoiar o professor durante as atividades com os alunos, número pequeno de computadores para a quantidade de alunos da turma. A situação mais extrema estava relacionada a existência de equipamentos ainda estocados em caixas, a espera de um local apropriado para sua instalação, pois não havia móveis adequados para colocar os computadores, a rede elétrica era precária ou havia falta de segurança na escola.

Além disso, informações providas de professores de inúmeros municípios gaúchos, que participaram como multiplicadores e coordenadores no Programa Gestão da Aprendizagem

Escolar - GESTAR II², oferecido no ano de 2009, relatam que a falta de ações para a capacitação na área de Informática na Educação de agentes, previstos no objetivo III do PROINFO e no artigo 2º, inciso II da lei 6300: “viabilizar e incentivar a capacitação de professores e outros agentes educacionais para utilização pedagógica das tecnologias da informação e comunicação”. (BRASIL, 2007) impede que estes recursos sejam devidamente utilizados no âmbito escolar ao qual foram destinados.

A importância deste tema pode ser encontrada nos Parâmetros Curriculares Nacionais Matemática (PCNs) que no seu volume dedicado à Matemática do Ensino Fundamental destaca que:

As tecnologias, em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas modificações que exercem nos meios de produção e por suas conseqüências no cotidiano das pessoas. Estudiosos do tema mostram que escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são influenciados, cada vez mais, pelos recursos da Informática. Nesse cenário, inserem-se mais um desafio para a escola, ou seja, o de como incorporar ao seu trabalho, tradicionalmente apoiado na oralidade e na escrita, novas formas de comunicar e conhecer. (BRASIL, 1998, p. 43)

Observa-se nos PCNs a importância que o Estado dá à inserção da questão do uso da tecnologia nas escolas, buscando oferecer à milhares de alunos a possibilidade de desenvolver as competências necessárias ao trabalho com os novos meios de produção.

Os valores investidos nas escolas públicas são da ordem de 239 milhões, de 1997 a 2006, atingindo o valor de 109 milhões de reais em 2007 segundo o Relatório do Fundo nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE 2007 (BRASIL, 2008, p. 146), apenas considerando o PROINFO, sem mensurar outros investimentos em tecnologia educacional somente do Governo Federal, desconsiderando iniciativas das esferas governamentais estaduais, municipais e da iniciativa privada. Tais investimentos garantem o estabelecimento de novas perspectivas, previstas nos PCNs: “As experiências escolares com o computador também têm mostrado que seu uso efetivo pode levar ao estabelecimento de uma nova relação professor-aluno, marcada por uma maior proximidade, interação e colaboração.” (BRASIL, 1998, p. 44).

Muitos trabalhos foram publicados analisando a maneira como tem sido implantado o PROINFO e, nestes estudos os pesquisadores apresentam descrições sobre as discrepâncias entre

² Programa de formação continuada em língua portuguesa e Matemática para professores que atuam no Ensino Fundamental das escolas públicas do Rio Grande do Sul

a finalidade original prevista no decreto 6.300, e a encontrada nas escolas públicas. É o caso do trabalho de Arruda e Raslan (2008), que após analisar a implantação do PROINFO no Estado de Mato Grosso do Sul, no período de 1997 a 2006 destaca que:

Em síntese, ao verificar que o PROINFO está sendo implementado de uma forma pulverizada e descontínua, que as instalações são insuficientes, que a formação do professor é precária, que o tempo de permanência do aluno junto ao computador é absolutamente restrito, que a organização do trabalho didático mantém-se inalterada, pergunta-se: Qual o sentido da implementação de um Programa, dessa forma? (ARRUDA; RASLAN, 2008, p. 17)

Tal manifestação, feita depois de minuciosa descrição de detalhes dos investimentos do PROINFO, chama a atenção pela enumeração dos problemas apontados, que são graves e se replicam em outros estados, não sendo exclusivos desta região. Estudos semelhantes feitos sobre o mapeamento do uso da Informática no município de Jaraguá do Sul – Santa Catarina revelam a falta de planejamento prévio e capacitação dos professores. Segundo Campos (2004, p. 75), “... pode-se afirmar que a implementação da Informática Educativa nas escolas Municipais de Jaraguá do Sul – SC, não aconteceu de forma coerente, e com um método de trabalho definido”. A autora refere-se à falta de orientação e avaliação, além da formação do corpo docente, com o agravante do fato de muitos professores revelarem insegurança no uso da Informática, quem sabe, pela pouca intimidade com os equipamentos, além dos tradicionais problemas encontrados em outros municípios, como o número excessivo de alunos nas turmas, além de capacitação com carga horária de 40 horas, que, segundo a pesquisadora não atende às necessidades dos professores.

Conclusões análogas são apontadas por Barra (2007) em uma pesquisa sobre o PROINFO e a formação docente em Goiânia, Goiás:

Do ponto de vista político, o Proinfo, embora seja o maior e mais planejado programa de Informática educativa, ainda possui falhas, principalmente no que se refere à formação docente. Percebemos que a ausência de contato com a SME³ trouxe graves consequências para a implantação da Informática nas escolas municipais (BARRA, 2007, p. 143)

³ Secretaria Municipal de Educação.

O autor cita falhas na formação docente, além de equívocos que poderiam ser evitados, tal como o da implantação centralizada sem consulta às Secretarias Municipais de Educação, algo que certamente deveria ser colocado em prática, devido às proporções continentais do Brasil. Por outro lado, Barra menciona que efetivamente os alunos têm maior interesse e participam mais das aulas que utilizam os SE, contudo, isto não significa que haja o estabelecimento de uma prática construtivista ou inovadora, pois o uso dos equipamentos pode servir à pedagogias mais conservadoras.

Pode-se questionar se as dificuldades apontadas pelos autores recém citados se repetem em outros cenários, como nas escolas do Rio Grande do Sul, e formular hipóteses sobre a diferença entre problemas próprios da implantação e aqueles que dependem das características de cada localidade. Este estudo torna-se relevante ao se constatar, no decurso da construção deste trabalho, a carência de pesquisas neste sentido, especialmente as que envolvem professores de Matemática. Outro aspecto importante diz respeito às instituições privadas de ensino, que também passaram e passam pelo processo de implementação de LI e que têm em seus quadros professores que fazem parte das redes públicas, podendo ser efetuado um questionamento sobre o comportamento dos professores de Matemática com respeito ao processo e se o fato de atuarem em colégios particulares tem influência na decisão de usar ou não SE na prática docente.

Neste cenário de oferta de recursos e formação docente precária para uso de TICs na sala de aula e partindo da experiência docente do autor desta investigação e sua crença nas possibilidades advindas do uso de tais recursos na sala de aula como apoiadores do processo de aprendizagem por parte dos alunos emerge a questão norteadora desta pesquisa:

Qual a influencia da formação do professor de Matemática no que tange ao uso de recursos de Informática na forma de ensinar seus alunos, especialmente no que concerne ao uso de softwares educacionais?

A partir desta questão definiu-se o seguinte objetivo geral da investigação realizada:

Investigar a relação entre a formação do professor de Matemática e a escolha de uso de softwares educacionais nas suas atividades docentes.

A partir deste objetivo geral definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Investigar o perfil/formação dos professores de Matemática que utilizam SE como apoio às suas atividades docentes;
- Investigar a utilização de SE como apoio ao ensino de Matemática e sua ligação com a formação do professor;
- Propor algumas atividades, em parceria com colegas de escola (voluntários) utilizando SE a fim de permitir a identificação da influência da sua formação e crenças acerca do potencial da tecnologia como agente apoiador de atividades em sala de aula.

As expectativas acerca do perfil dos professores usuários ou não de TIC (hipóteses) quando do início da pesquisa eram:

1. Os professores que usam SE como apoio as aulas são usuários de Informática;
2. Quando o professor possui formação para uso de Informática ela não foi adquirida na graduação e sim por decisão e investimento próprio;
3. A qualidade do trabalho desenvolvido com SE depende do envolvimento do professor e sua atitude de estar disposta a aprender, independente de haver ou não remuneração para tal atividade;
4. O grau de sofisticação/complexidade do trabalho desenvolvido com os alunos, baseado num SE, depende da experiência do professor com uso de tecnologias na sala de aula. Ou seja, quanto mais o professor utiliza e observa resultados positivos mais ele busca novas formas e SE alternativos para usar com seus alunos.

A discussão dos resultados à luz destas expectativas se encontra no capítulo das considerações finais. Antecipando esta discussão destaca-se que a pesquisa realizada comprovou que a formação docente para uso de TIC ainda é de caráter individual e parte de uma postura pessoal do professor. Ou seja, apesar dos esforços em alguns currículos de cursos de formação de professores (Licenciaturas e Pedagogias), introduzir a questão das tecnologias na sala de aula requer mais do que uma inclusão de disciplinas específicas e sim de uma mudança de atitude por parte daqueles que trabalham na formação docente. Observa-se que as propostas metodológicas que utilizam SE são mais elaboradas naqueles professores com maior familiaridade com

tecnologias, especialmente no que se refere ao uso da Internet e seus recursos. Segundo Giraffa (2009) quem faz novas metodologias é o professor e não o computador. Ou seja, investir na formação docente requer uma mudança de atitude e não apenas de investimentos financeiros.

Utilizar tecnologia na sala de aula é imperativo considerando o público alvo das escolas, especialmente do ensino médio, conforme salienta Prensky (2010), as crianças e os adolescentes de hoje ficam horas na frente de um computador jogando com seus amigos e desenvolvendo uma série de habilidades para sua vida futura, ambientada no contexto tecnológico do século XXI. A escola deve considerar o uso das tecnologias, especialmente aquelas associadas à Internet, como uma opção atrativa para estudo e considerar que a aprendizagem deve estar conectada ao prazer e alegria.

Este volume está dividido em oito capítulos, sendo o primeiro esta seção, intitulada introdução.

No capítulo 2 apresenta-se o aporte teórico desta dissertação, onde se obtém acesso aos autores que fundamentam este trabalho, oriundos de revisão bibliográfica que consultou livros, artigos em periódicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado da área.

No capítulo 3 apresenta-se a descrição da metodologia utilizada e o caminho para a realização da investigação, com a caracterização do tipo de pesquisa, onde se tornam explícitos os pressupostos metodológicos assumidos pelo autor.

No capítulo 4 são apresentadas as propostas metodológicas de uso dos Softwares Educacionais que fizeram parte do contexto da pesquisa, com destaque para os experimentos executados e os resultados obtidos.

No capítulo 5 apresenta-se o processo evolutivo de escolha e uso de softwares educacionais em conjunto com o perfil do profissional de educação que está identificado com cada etapa deste processo.

No capítulo 6 apresenta-se o perfil dos sujeitos desta pesquisa, com um relato de sua formação na graduação, com ênfase no seu relacionamento com as TIC.

No capítulo 7 são apresentadas as unidades advindas das entrevistas com os professores que participaram desta pesquisa. As entrevistas foram objeto de análise qualitativa, em que houve uma imersão nos depoimentos, seguida de um processo de desconstrução. Depois disso aconteceu a unitarização, com o agrupamento dos conceitos semelhantes. Estes conceitos foram classificados em categorias que dão nome aos diversos segmentos desta seção.

O capítulo 8 apresenta as considerações finais onde o autor descreve as conclusões que obteve após a realização desta pesquisa. Ao final são colocadas as referências utilizadas para redação deste volume, os apêndices e anexos mencionados ao longo do texto.

2 APORTE TEÓRICO

Este capítulo foi organizado a partir da análise de livros, artigos, publicações em eventos, que abordam aspectos relacionados com o trabalho investigativo realizado, enfatizando os seguintes aspectos: uso de softwares educacionais e formação de professores.

2.1 Os softwares educacionais

Na literatura existem diversas propostas de taxonomia para os softwares educacionais as quais possuem classificações diversas para organizar e tentar categorizar suas diferentes possibilidades de uso no âmbito da atividade escolar. Freire e Prado (1998) destacam que estes possíveis usos dos SE devem estar consoantes com o Projeto Político Pedagógico de cada instituição, ou seja, ainda que os aspectos técnicos sejam importantes, devem estar subordinados aos aspectos pedagógicos, pois de nada adianta ter-se programas computacionais que atuem como transmissores de informações, quando se deseja uma escola voltada para a construção do conhecimento.

Não é pertinente, no escopo deste estudo, formular análises indicativas de quais seriam os melhores softwares no mercado, pois cada comunidade faz a escolha de acordo com a sua própria identidade, respeitando os sujeitos que a compõem e sua cultura. O critério de inserção de alguns SE mencionados nesta seção foi o de abordar estudos sobre uso de ferramentas que tornam possíveis atividades educacionais que dificilmente seriam estabelecidos sem o uso de SE. Ou seja, deseja-se mostrar que a utilização de SE é muito mais do que uma questão de modismo e sim a ampliação das possibilidades de auxiliar o aluno a estudar e adquirir conhecimento, aliando questões pedagógicas a uma linguagem familiar ao aluno nativo digital⁴ que ora frequenta a escola.

Um dos trabalhos consultados, de Diniz e Gabini (2009) aborda a formação continuada de professores de Química e o uso de computadores em sala de aula em colégios da região de Jaú – SP. Os autores analisaram a construção de uma página na Internet para divulgação e discussão de

⁴ Segundo Prensky (2010), nativo digital é o indivíduo que cresce junto com a evolução tecnológica, convivendo no cotidiano com videogames, computadores, celulares, IPods e todo o tipo de instrumento digital sem precisar de manuais ou ajuda especializada, ele descobre por si próprio todo o potencial que a tecnologia oferece.

conteúdos de Química pelos professores envolvidos na pesquisa e sobre o uso de simuladores⁵ nas aulas da disciplina.

A necessidade de formação continuada apontada por este e por outros trabalhos será discutida na próxima seção, porque ela aparece na maioria dos estudos na área, exigindo uma discussão específica. Os autores destacam na sua análise que a simulação de um Laboratório de Química envolve a diminuição de custos financeiros, porque não é preciso reposição de materiais que frequentemente são caros, motivo pelo qual, muitos laboratórios encontram-se sem uso nas escolas. Além desses comentários, os autores prevêm a ampliação da possibilidade de experimentos, pois há restrições nas escolas sobre o uso de produtos corrosivos, explosivos, venenosos, o que pode ser realizado sem maiores problemas nos simuladores. É possível deixar gravado nos computadores as experiências, que podem servir para consultas posteriores pelos próprios alunos e seus colegas, criando-se um repositório onde o aprendizado pode acontecer através da consulta dos procedimentos realizados pelo próprio aluno. Sobre os resultados obtidos, os autores citam o comentário da diretora de uma das escolas envolvidas no processo: “Em relação aos alunos notamos claramente a motivação: eles não viam a hora que tivesse aulas de químicas para trabalhar com os softwares” (DINIZ; GABINI, 2009, p. 356).

Considerando os incontáveis relatos de falta de interesse dos alunos mencionados pelos colegas quando da investigação realizada no âmbito do MEDUCEM (mencionada na introdução deste volume) a constatação de que há aumento de motivação já é um fator de estímulo para a realização de pesquisas acerca do uso de SE.

A análise do ambiente virtual *Second Life*⁶ feita na dissertação de Cunha (2009), fornece diversas informações sobre este mundo virtual em rede, a respeito do uso que é feito comercialmente por várias empresas e a utilização por instituições educacionais.

O projeto estudou a montagem de uma exposição sobre Matemática em um espaço virtual, feita por alunos do curso de Licenciatura em Matemática da PUCRS. É interessante observar como os alunos puderam transferir-se de um lugar virtual para outro, instantaneamente, no

⁵ “Um determinado fenômeno pode ser simulado no computador, bastando para isto que um modelo desse fenômeno seja implementado na máquina”. Simulador é o programa que proporciona a simulação do fenômeno. (VALENTE, 1998^a, p. 79).

⁶“O Second Life (também abreviado por SL) é um ambiente virtual e tridimensional que simula em alguns aspectos a vida real e social do ser humano.” – Wikipédia

ambiente virtual, levando o seu personagem (avatar⁷), a visitar a Grécia, durante o estudo das relações pitagóricas, ou o Egito ao se dedicar ao estudo da Matemática das pirâmides, ou ainda outros lugares que o estudante ou professor considerem úteis na construção de determinado conhecimento, algo impensável se não fosse o grau de desenvolvimento tecnológico atual. Cunha aponta, nesse sentido, ainda para a importância da interdisciplinaridade, Cunha (2009, p. 63), observa que “O trabalho desenvolvido não poderia ter sido realizado sem uma parceria que contemplasse conhecimentos e competências complementares”. A interdisciplinaridade é um elemento indispensável, no ponto de vista da autora deste projeto, ainda que o uso dos SE não tenha tanta sofisticação nas escolas de ensino fundamental e médio.

Nascimento (2004), da Universidade Federal do Ceará, indica algumas possibilidades de uso da computação no ensino de Geometria:

“A Geometria, tal como é ensinada tradicionalmente, precisa mudar. Chegou o momento de refletir sobre sua evolução e perceber que ela deve inserir também a tecnologia do presente. Os alunos de Geometria deveriam aprender como os conceitos e ideias dessa disciplina aplicam-se em vasta gama de feitos humanos – na Ciência, na arte, entre outros. Além disso, deveriam experimentar a Geometria ativamente. Uma das maneiras de proporcionar essa experiência é por meio da Informática no currículo escolar.” (NASCIMENTO, 2004, p. 1)

Aqui se observa uma possibilidade de uso, pois se sabe da dificuldade de trabalhar com a Geometria, muito por causa do currículo, que durante anos deixou esta parte da Matemática de lado, centrando o ensino na Álgebra, havendo também uma “‘algebrização’ da Geometria” (NEVES, 2008, p. 57). No mesmo texto a autora afirma que como resultado verifica-se que até mesmo porque muitos professores que se formam agora, ou ainda que são egressos da Licenciatura nos últimos 20 anos, não tiveram contato suficiente com estes conteúdos de maneira a facilitar a aprendizagem dos seus alunos, pois eles mesmos possuem, em inúmeros casos, dificuldades para entender os conteúdos da forma como se necessita para poder criar novas propostas metodológicas de estudo usando SE.

Torna-se instigante pensar que professores e alunos podem trabalhar juntos para desenvolver atividades usando Informática e Geometria, em um processo certamente enriquecedor e verdadeiramente com fluxo nas duas direções professor-aluno e aluno-professor.

⁷ “A palavra Avatar é de origem Hindu, representando a transformação de um ser divino no corpo humano. No SL os avatares são definidos por seus donos, sendo representações virtuais dos mesmos, parecidos ou não, podendo

Kampff, Machado e Cavedini (2004) escreveram um artigo no qual analisam o uso do *Logo*, e outros softwares como o *Cabri-géomètre*, o *Winplot*, o *Graphmatica*, o *Lathe* e o *Poly*, e também alguns jogos e desafios na educação Matemática, mostrando como cada um destes programas pode ajudar na construção do conhecimento matemático, fazendo relatos de múltiplas atividades pesquisadas junto a diversas séries, que vão do Ensino Fundamental ao Ensino Médio. Como conclusão o trabalho afirma que os professores comprometidos não podem ignorar as possibilidades que os softwares educacionais têm “e o potencial pedagógico que possuem” (op. cit., p. 10).

2.2 Formação de professores no século XXI

A escola é uma instituição inserida na sociedade, e como tal, reflete no seu cotidiano os mecanismos da cultura em que está imersa. Toda transformação social implica em mudanças no *modus operandi* das escolas, mesmo que tais mutações pedagógicas possam demorar para ser postas em prática, devido a concepções que não levam em consideração novos paradigmas. Isto inclui a disseminação dos equipamentos de Informática, da *web* e das relações virtuais, que causaram diversas modificações nos relacionamentos sociais, e paulatinamente vão proporcionando novas perspectivas para a Educação.

As mudanças na estrutura do tecido social trazem consigo a exigência de um conjunto de competências necessárias para a prática do professor na sala de aula do terceiro milênio, que possui no seu corpo nativos digitais - alunos familiarizados com a cultura dos ícones e com as conexões de alta velocidade. A tentativa de estabelecer um relacionamento mais profícuo, para utilizar a mesma linguagem dos discentes, leva o professor muitas vezes a uma busca de migração, nem sempre fácil, para o campo das tecnologias digitais e do uso de SE. Esta alfabetização digital não ocorre instantaneamente, sendo resultado de um processo, que vai paulatinamente moldando o novo profissional.

O panorama atual da Educação é de valorização da liberdade e da ampliação do espectro de difusão do conhecimento. Não é preciso mais esconder o saber em sociedades secretas, como fizeram os antigos Pitagóricos durante a ascensão do cristianismo, ou como as associações de pedreiros-livres, que se organizaram para proteger segredos matemáticos durante a Idade Média.

Um professor de Matemática pode fazer uso nas suas aulas de todo o arsenal metodológico disponível na Internet, nos livros existentes em bibliotecas, em revistas especializadas, em programas de TV, ou ainda usar materiais concretos como, por exemplo, as cordas egípcias ou os ancestrais instrumentos gregos. Se o docente quiser também pode propor um programa de visitas a obras do seu bairro, onde vai encontrar ferramentas que descendem de produtos similares que serviram para aplicações da Geometria. Outro modo de estimular o estudo de Geometria é usar os materiais que tantos outros alunos utilizaram no século XX (compassos, transferidor, esquadros...), nas aulas de desenho geométrico, onde complementavam seu roteiro de aprendizado. Estas ferramentas trazem consigo uma bagagem histórica que permitem ao professor trabalhar diversos aspectos de forma interdisciplinar e contextualizada. Elas refletem o modo de pensar da época em que foram concebidas, sendo um elemento interessante para promover reflexões e auxiliar na construção dos conceitos.

O mundo digital é parte integrante do cotidiano de um contingente crescente de pessoas, com influência marcante na cultura mundial e especialmente desta geração que possui menos de vinte anos.

A aventura dos *harpenodoptas* tem sequência nas operações realizadas com o mouse, e mentes investigativas, como a de Hipácia, ainda operam não mais na frente de pergaminhos, mas diante de telas de softwares cujos resultados se apresentam em arquivos com extensões HTML, doc, pdf, gif, jpg. A escola reflete a sociedade em que está inserida, influencia e é influenciada pela sua comunidade. Admitir e incentivar o uso destes SE constitui em mais um passo nesta trajetória de interação - em que os próximos capítulos estão sendo escritos.

A discussão sobre a formação dos professores para uso dos SE acompanha o processo de inserção da Informática na Educação. Sette, Aguiar e Sette (1998) tecem considerações sobre esta formação, referindo-se ao fato de que o Brasil tem dimensões continentais e apresenta grande diversidade, evidenciando que devem ser traçadas diferentes estratégias para que esta formação aconteça a contento. Os autores mencionam a necessidade de intensificação da implantação de Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE's), para a capacitação de multiplicadores, que deveriam ser os responsáveis pela disseminação do uso dos computadores nas escolas. Outra sugestão dos autores diz respeito a inserção de disciplinas que contemplem o estudo e a pesquisa das TIC nas Licenciaturas, ou seja, também investindo na formação inicial de professores.

Pesquisas realizadas em Ipatinga - Minas Gerais por (BORGES, 2008), apontam como dificuldades na implantação de projetos tecnológicos nas escolas de Ensino Fundamental das redes públicas municipais a falta de salas projetadas para receber laboratórios de Informática, com os problemas decorrentes de acústica, luminosidade, acessibilidade restrita ou imposta, a resistência por parte de alguns professores com a inovação, falta de vínculo entre as atividades propostas e os conteúdos do currículo, e a falta de consulta aos professores sobre a implantação do referido projeto, além da instabilidade e descontinuidade de políticas públicas educacionais. Apesar destes problemas, o artigo afirma que os alunos demonstraram maior interesse nas aulas, e o trabalho do professor para confeccionar jogos ficou menor (op. cit., p. 152). No trabalho aparecem sugestões como avaliações contínuas dos projetos, adesão aos softwares livres, estabelecimento de equipes multidisciplinares, além de “Formação continuada do professor: fator que garante o desenvolvimento do conhecimento e a segurança necessária para a realização de atividades que auxiliem no processo de aprendizagem dos discentes da rede municipal” (op. cit., p. 154).

Um dos estudos que apontam alguns dos problemas enfrentados por professores do Ensino Fundamental no uso das tecnologias, executado por Martins (2009, p. 92), informa que 45% dos cursos destinados a preparar professores para trabalhar com os ambientes virtuais e as tecnologias digitais é voltado para os docentes do Ensino Superior, deixando clara a ideia de que há uma lacuna na formação continuada dos profissionais da educação básica. Esta mesma pesquisa questiona a transferência da responsabilidade de organização das atividades nos laboratórios de Informática do professor regente para o responsável pela Informática na escola, fato que “tem se mostrado ineficiente e deve ser repensado” (op. cit., 2009, p. 98). O trabalho chama a atenção para o fato de que se vivencia uma situação transitória, porque a geração que é nativa digital, que cresceu convivendo com as tecnologias de informação vão assumir o comando do processo, gerando outras necessidades e perspectivas de evolução.

Os avanços na produção de equipamentos digitais e a diminuição de seus custos permitiu uma popularização muito grande do seu uso; dentre os principais usuários estão jovens e crianças que, de acordo com a concepção dos autores Veen e Vrakking (2009), têm maior facilidade no uso porque “o Homo Zappiens já nasce com o mouse na mão”, ou seja, a tecnologia faz parte do seu mundo, da sua cultura, não é necessário nenhum esforço adaptativo. Isto causa nos ambientes escolares uma demonstração do que Vygotsky estabelece como “zona de desenvolvimento

proximal” (2003, p. 97), determinada pela diferença entre os problemas que a criança consegue resolver sozinha e aqueles em que necessita da ajuda de um adulto ou colega mais experiente para encontrar a solução. Nesta zona proximal há uma inversão, os atores assumem posições que nem sempre são vivenciadas nas salas de aula, pois são os professores, adultos, que precisam inúmeras vezes da ajuda das crianças para encontrar soluções para uso dos SE, e os limites são demarcados entre o que o adulto consegue sozinho e as situações em que precisa da ajuda dos mais jovens. Propor a colaboração pode ser algo positivo, pois abre caminho para um compartilhar verdadeiro envolvendo propostas de aprendizado mútuo e valorização dos saberes que os estudantes trazem consigo.

Entre estes saberes está a capacidade de navegar velozmente de um *site* para outro, manipulando telas em que a linguagem dos ícones tem uma força expressiva mais forte do que as palavras:

As crianças navegam intensivamente pela Internet e foram apresentadas a um mundo de multimídia onde toda a tela que vêem é colorida, tem imagens múltiplas, em geral com sons e movimento, tais como os ícones piscantes, e, é claro, texto sem geral curto porque as páginas da *web* (que significa teia, entrelaçamento, no caso a rede mundial de computadores - nota nossa) não são configuradas para leituras longas. (VEEN; VRAKKING, 2009, p. 53)

Há uma sequência na argumentação sobre as dificuldades dos adultos, acostumados com a semântica, o que os fazem procurar, logo que entram nas páginas da Internet, textos que descrevam os procedimentos, em posição contrária aos mais jovens, que treinados em horas de navegação, encontram rapidamente os referenciais necessários para executar comandos que atendam às suas necessidades imediatas.

A atual revolução causada pela tecnologia traz consigo características bastante próprias, diferente do impacto causado pelas máquinas à vapor, ou do advento do controle da energia elétrica. Vivencia-se o que a comunidade intelectual denomina de *Sociedade da informação* ou *Sociedade do conhecimento*, na qual a mudança mais radical e a principal força motriz está na disseminação da informação e do conhecimento. Segundo Mattelart (2002, p. 30-31), o frenesi e a expectativa causados pelas possibilidades que as novidades trazem consigo não são novos; em 1795, louvava-se o telégrafo como elemento de ampliação da democracia, e não foi diferente com a colocação de cabos submarinos, com o uso do telefone, com as transmissões de rádio e de televisão, pois cada um destes avanços na comunicação foi seguido de argumentos e debates sobre o seu uso social e educativo. O diferencial entre estas tecnologias e a *web* dos

tempos atuais, é a incorporação dos serviços prestados pelos instrumentos de comunicação existentes e as possibilidades de interação que proporcionam, podendo cada uma das formas ser classificada, como propôs Lévy (1999a, p. 112) em dispositivos de “comunicação de relacionamento um-um”, “relacionamento um-todos”, e “comunicação todos-todos”. De acordo com o filósofo:

O telefone (relacionamento um-um) autoriza uma comunicação recíproca, mas não permite visão global do que se passa no conjunto nem a construção de um desejo comum. No ciberespaço, em troca, cada um é potencialmente emissor e receptor num espaço qualitativamente diferenciado, não fixo disposto pelos participantes, explorável. Aqui não é principalmente por seu nome, sua posição geográfica ou social que as pessoas se encontram, mas segundo centros de interesses, numa paisagem comum do sentido ou do saber. (LÉVY, 1999a, p. 113)

A manifestação de Lévy sugere que a mudança é gigantesca, há abertura para substituição das utopias, indo das possibilidades não realizadas do marxismo para uma nova visão, ecológica e planetária, onde o indivíduo passa a perceber sua ligação com a Terra, seu pertencer a um grupo maior, que supera as fronteiras de sua própria taba, para ver-se imerso no coletivo mundial, ou, por outro lado, pode se ligar e compartilhar idéias com sujeitos que estejam afinados com o seu próprio pensamento e se sentir fortalecido por um grupo formado além de barreiras territoriais e temporais. Surgem neste contexto, as características do que Kuhn (1997) chama de revolução científica, na qual há mudanças de concepção de mundo, com a comunidade científica passando a ver a realidade sob nova ótica, como se “tivesse sido transportada subitamente para outro planeta” (KUHN, 1997, p. 145), sendo seguida na sua visão pelo restante da sociedade. Isto aconteceu nas últimas décadas com a troca do paradigma determinístico, da mecânica de Newton e do reducionismo, para a mecânica de Einstein, relativista, para as incertezas e para a visão holística da mecânica quântica.

Entre as manifestações características desta sociedade pós moderna está a instituição do ciberespaço⁸, cuja emergência tem, segundo Lévy (1999b, p. 123) a liderança da juventude urbana escolarizada, tendo como consequência, o estabelecimento do seu movimento social, a

⁸Termo criado em 1984 pelo escritor William Gibson, no livro *Neuromante*, para nomear universos digitais, semelhantes aos mundos virtuais contemporâneos. A nomenclatura foi adotada por criadores e usuários de redes digitais (LÉVY, 1999b, p. 92)

cibercultura, que se relaciona com os elementos do ciberespaço, a interconexão, as comunidades virtuais e a inteligência coletiva.

Vive-se tempos de inegável interconexão, onde se relaciona cada vez mais pelo virtual, onde há a tendência irrefutável de todos os computadores se conectarem, com a inserção de novos aparelhos na nuvem digital, como telefones celulares, automóveis, e até fogões e geladeiras. Se há uma universalidade na construção da interconexão, há nova fragmentação nas comunidades virtuais, onde internautas participam de grupos de interesse específico, que pode ser um time de futebol, uma religião, um tipo de animal, ou mesmo preferências bizarras. A flexibilidade do modelo é grande, um sujeito pode aderir a uma comunidade em um instante, para no momento seguinte abandoná-la e passar a pertencer a um grupo cujos fundamentos sejam opostos ao anterior. Supõe-se que possam se encontrar pistas sobre o comportamento tribal dos jovens nestas comunidades e conhecer um pouco melhor a linguagem dos grupos, com seus símbolos e signos peculiares. Aqui podem ser usadas as teorias de Vygotsky, indicadoras da relação entre discurso interior e exterior, entre o que a mente processa e o que se expressa. Há na obra do autor russo uma alusão ao fato de “que quando os pensamentos dos interlocutores são os mesmos, o papel da fala se reduz ao mínimo.” (VYGOTSKY, 1998), referindo a um trecho da obra Ana Karenina, de Leon Tolstoi, onde um casal apaixonado consegue declarar seu amor em uma frase, escrevendo apenas a letra inicial de cada palavra. No caso, a ficção imita a realidade, pois a passagem do romance descreve a própria declaração amorosa de Tolstoi à sua esposa. Do mesmo modo, integrantes das mesmas comunidades virtuais usam ícones, sinais, palavras reduzidas, mensagens cifradas, que são facilmente compreendidas por seus membros, mas podem ser verdadeiros hieróglifos para os neófitos. Assim, uma imersão neste contexto dos grupos sociais virtuais pode ser um caminho interessante para investigar o que pensam os seus integrantes.

Retornando aos princípios que orientam o ciberespaço, segundo Lévy, depara-se com o conceito de inteligência coletiva, que se traduz nas construções em rede, que vão de currículos, a *softwares* livres, de fóruns com perguntas e respostas para uma infinidade de questões, a elaboração de enciclopédias digitais elaboradas coletivamente, “um campo aberto de problemas e pesquisas práticas” (LÉVY, 1999b, p. 132)

Não se pode supor que haja unanimidade em torno das questões referentes à disseminação do uso da Internet, pois existem diversas restrições, como as mencionadas por Polydoro (2009) que cita os críticos de Lévy, os quais afirmam que a nuvem digital que envolve o planeta

favorece a propagação da discriminação e de atividades a margem da lei. Não há como negar que isto efetivamente acontece, todavia, a via comunicativa que permite tais conexões é a mesma que proporciona o acesso ao site do Museu do Louvre, à NASA, ao *Massachusetts Institute of Technology* - MIT⁹, às páginas das principais Universidades do planeta, ao *Scientific Electronic Library Online* (Biblioteca Científica Eletrônica Online) - Scielo¹⁰, e outros serviços que permitem a popularização do conhecimento ou o combate à repressão, à censura e à ditadura; é o caso dos fatos recentes no Irã, em Cuba, na China, no Egito e na Líbia, locais em que cidadãos escapam das barreiras impostas por governos autoritários e usam a *web* para propagar o seu ponto de vista sobre o que acontece em seus países. A rede também é usada para todo tipo de violência e práticas anti-sociais, como pedofilia, páginas neonazistas, propaganda terrorista, inúmeras formas de racismo e outros. Usa a web de uma forma ou de outra é uma decisão pessoal, que surge nas escolhas que o ser humano faz em todo momento, quando se depara com as mais diversas situações que exigem posicionamento diante de questões éticas e morais. A novidade é que o ciberespaço garante quase total anonimato, o indivíduo quando está diante da tela do computador, *online*, está só, sem pressões externas de nenhum tipo, situação que permite a emersão de partes de si que podem estar escondidas na maior parte do tempo, reprimidas sob as convenções sociais. Culpar a Internet pela decisão pessoal de cada sujeito em visitar sites renegados pela sociedade seria como culpar a eletricidade pela cadeira elétrica, a energia nuclear pela bomba atômica ou a Matemática pelo aprimoramento das máquinas de guerra. O problema não está na tecnologia e sim no uso que os indivíduos decidem lhe destinar.

Os modos de produção são uma parte importante deste processo de mudanças, sendo responsáveis por novas necessidades na formação profissional. Segundo Valente (1998b), vivencia-se a mudança de paradigmas proposta por Kuhn nos modos de produção, que podem ser analisados em três fases distintas. A primeira delas refere-se a um modo de produção artesanal, voltado a uma elite econômica, que era integrada por poucos indivíduos que podiam consumir produtos feitos sob encomenda, artesanalmente por trabalhadores habilidosos, e que por isso

⁹“O Instituto de Tecnologia de Massachusetts (em inglês, Massachusetts Institute of Technology, MIT) é um centro universitário de educação e pesquisa privado localizado em Cambridge, Massachusetts, nos EUA. O MIT é um dos líderes mundiais em ciência e tecnologia, bem como outros campos, como administração, economia, linguística, ciência política e filosofia” (WIKIPEDIA, 2009)

¹⁰ “SciELO - ScientificElectronic Library Online (Biblioteca Científica Eletrônica Online) é um modelo para a publicação eletrônica cooperativa de periódicos científicos na Internet. Especialmente desenvolvido para responder às necessidades da comunicação científica nos países em desenvolvimento e particularmente na América Latina e Caribe” (SCIELO, 2009).

mesmo tornavam-se caros. O modelo seguinte baseia-se na produção em série, em que os bens são produzidos em linhas de montagem, com os trabalhadores sendo responsáveis por uma parte da manufatura. Este modelo nasceu na fábrica de automóveis Ford, e por isso é conhecido como Fordismo, pelo qual o produto final é “empurrado” para o cliente, que é convencido a comprar o que é fabricado pelas corporações. O paradigma atual originou-se nas indústrias japonesas, e a novidade está no fato de que o cliente “puxa” a produção, escolhendo entre várias possibilidades o modelo de produto que irá comprar dando início à cadeia produtiva que irá fabricar apenas o necessário para satisfazer aquele pedido, reduzindo o desperdício de materiais e energia, as sobras nos estoques, e também no número de trabalhadores envolvidos no processo. Valente prossegue comparando os tipos de competências adequados aos dois últimos modelos de produção, pois no Fordismo, não havia necessidade de diálogo entre os trabalhadores, que deveriam se concentrar e fazer a sua parte o melhor e mais rápido possível, tanto é que havia trabalhadores na Ford imigrantes de diversas partes do mundo, que não dominavam o inglês, não se comunicavam entre si, e isso não afetava a produtividade. No modo de produção da atualidade, há necessidade intensa de comunicação, pois quando o consumidor escolhe o produto e começa a puxar a cadeia produtiva, inicia-se um processo de consultas e encomendas para atender a demanda específica, no tempo indicado pelos contratos. Estas mudanças determinam exigências de novas maneiras de formação escolar, pois na produção em série havia necessidade de sujeitos que fossem treinados para executar mecanicamente as tarefas, seguindo as instruções fielmente para que não houvesse problemas. O paradigma seguinte traz outras exigências, necessitando de sujeitos criativos, comunicativos, que percebam rapidamente as mudanças e se adaptem a elas, e a escola tem que se preparar para trabalhar com alunos que cada vez mais “puxam” o conhecimento, livrando-se dos velhos hábitos de “empurrar” o saber.

2.3 Políticas públicas sobre o uso das TICs em outros países

Chama a atenção o fato de não ter havido nenhuma previsão sobre a popularização do computador, e nem à respeito do fenômeno da massificação da Internet, embora a iniciativa tenha partido da sociedade. Segundo Pierre Lévy (1999b, p. 124), ao fim da década de 70, “o movimento social californiano *Computers for the People* ou Computadores para o Povo, quis colocar “a potência de cálculo dos computadores nas mãos dos indivíduos” como medida para

libertar o controle dos meios informatizados. Lévy prossegue afirmando que a indústria se apropriou das aspirações do movimento e permitiu o barateamento dos custos que provocaram o *boom*, todavia o professor da Universidade de Paris prossegue escrevendo que “... é preciso reconhecer que a indústria também *realizou*, à sua maneira, os objetivos do movimento”, aludindo ao fato de que não houve planejamento, nem decisões governamentais ou de alguma “multinacional poderosa”, o que garantiu a liberdade de expressão e circulação de idéias na rede.

Ainda assim, os governos nacionais não ficaram indiferentes à nova realidade, e procuram, em diferentes graus, de acordo com sua cultura e suas possibilidades técnicas e financeiras, entender e se adaptar aos fatos. Tome-se, por exemplo, a edição *online* do jornal londrino *The Times* de 15 de junho de 2009, com a manchete: “The Internet is as vital as water and gás” (a Internet é tão vital como água e gás), artigo assinado pelo primeiro ministro Gordon Brown (2009), que fala sobre a importância inequívoca da instalação de banda larga de Internet em toda a Inglaterra, fazendo uma analogia entre o significado de pontes, estradas e ferrovias para a Revolução Industrial, que elevou a Inglaterra a mais poderosa nação do mundo, e a Internet e suas possibilidades econômicas para o século XXI. O final do artigo evidencia mais ainda o valor da tecnologia, afirmando que. “Only a digital Britain” (somente uma Inglaterra digital) poderá garantir o futuro dos cidadãos ingleses e suas crianças, numa era que exige alta qualificação para empregos em uma economia global.

Esta tendência da valorização da tecnologia na sociedade, e, por conseqüência, nos meios educativos, não é encontrada somente na Grã-Bretanha. Observe-se a Espanha, onde, desde a década de 80 o Ministério de Educação e Ciência adota planos para formação do professorado conforme novos temas surjam com a evolução da tecnologia, agregando os seguintes objetivos:

Proporcionar soporte técnico y formación adecuada para utilizar el ordenador como recurso didáctico y como medio de renovación de la metodología educativa para mejorar la calidad de la enseñanza. Dotarlo de instrumentos teóricos y operativos para analizar y seleccionar los medios informáticos más adecuados a su entorno y a su tarea específica. Mejorar la gestión académica y administrativa de los Centros.(ESPAÑA - MINISTERIO DE EDUCACIÓN, 2009)

É clara a intenção de tornar o computador um recurso didático para melhoria do ensino, além da intenção declarada de formar o professor para poder trabalhar com a ferramenta, como está na base do projeto que estabeleceu o Instituto Superior como formador do professorado espanhol.

Na mesma Península Ibérica pode ser examinado o processo de informatização da educação em Portugal. De acordo com o *site* da Faculdade de Ciências de Lisboa (2009), foi iniciado em 1985 o projeto Minerva (Meios Informáticos na Educação: Racionalização, Valorização e Atualização), que surgiu para introduzir as TIC nas escolas lusitanas, com a participação inicial de 44 colégios, número que chegou a 237 em 1988, quando se registravam também a participação de dez Universidades e doze Escolas Superiores de Educação, que possibilitaram uma ampla avaliação do projeto, com a participação de várias áreas do conhecimento. O Minerva foi encerrado no ano de 1994, com a recomendação da necessidade de considerar as TIC como elemento facilitador e que potencializa o processo de aprendizagem, e indicando a introdução destas tecnologias na educação. O Comitê de Reforma do Sistema Educativo, de Portugal, cita expressamente quatro tipos de utilização das TIC em sala de aula por professores de Matemática: como instrumento de cálculo numérico, como instrumento de cálculo simbólico (para executar tarefas de acordo com sistemas de regras bem definidos), como fonte de problemas, como instrumento de investigação (para exploração através de simulação). Novamente vê-se nítida a preocupação com a pesquisa e a análise dos dados para verificação das perspectivas de uso dos recursos informatizados e a vinculação de várias entidades de ensino superior ao programa.

Nos Estados Unidos há também uma opinião bastante relevante, do *National Council of Teachers of Mathematics* – NCTM (Conselho Nacional dos Professores de Matemática), que responde em sua página na Internet a questão “Qual é o papel da tecnologia no ensino-aprendizagem de Matemática” da seguinte maneira:

Posição da NCTM: Tecnologia é uma ferramenta essencial para aprender Matemática no século XXI, e todas as escolas têm que assegurar que todos seus estudantes tenham acesso à tecnologia. Professores eficientes maximizam o potencial de tecnologia para desenvolver a compreensão dos estudantes, estimulam o seu interesse, e aumentam sua a proficiência em Matemática. Quando a tecnologia é estrategicamente usada, pode prover acesso à Matemática para todos os estudantes. (*NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS*, 2009)

A posição do NCTM cresce em relevância ao verificar-se que o uso das TIC nas escolas norte-americanas não sofre nenhuma influência do Governo federal daquele país, que não realiza intervenções nas diretrizes das escolas, deixando-as livres para definir quais as melhores estratégias que serão adotadas.

Segundo Valente (1998c, p. 15) os dois países que mais influenciaram o início da implantação da Informática no Brasil foram os Estados Unidos e a França. De acordo com o autor, diferentemente dos americanos, os franceses optaram por um sistema de decisões centralizado, caracterizado por um planejamento realizado pelo Governo central. Há na França uma forte identidade cultural, e uma tradição secular de qualidade do ensino público, evidenciado pelo sintomático fato da quase inexistência de instituições privadas de ensino, o que facilitou a política centralizadora. Ressalta Valente que o uso do computador nas escolas francesas nunca foi considerado como um elemento para a mudança na escola, o debate ficou focado na discussão de questões como “deve-se preparar o aluno para o domínio da Informática ou deve-se educar por intermédio dela” (op. cit. p. 16), ou seja, a o estudo da Informática deve ser considerada como uma finalidade do ensino, como uma disciplina ou uma espécie de tema transversal, ou se deve ser usada como uma ferramenta para o processo.

Se há esta tendência mundial de inserção das TIC no sistema educacional, obviamente o Brasil mais cedo ou mais tarde entraria no rol dos interessados no assunto, através de pesquisas de centros universitários e programas do Governo Federal. Existem estudos com resultados que corroboram as conclusões dos países citados e acrescentam um olhar permeado pelas condições encontradas em nossa república. Tais pesquisas que serviram como referencial para projetos como o PROINFO e outros, sob a coordenação de ONGs e empresas privadas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ORGANIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

Este capítulo descreve os aspectos relacionados às escolhas metodológicas e os passos seguidos para realização da investigação.

A pesquisa se caracteriza como qualitativa, na perspectiva de “movimento de dentro para fora do sujeito” (MORAES, 2007), onde surgem indagações que buscam a ir além das “verdades estabelecidas” (ibidem), e parte para a análise dos fenômenos a partir dos pontos de vista dos sujeitos que os vivenciam. O pesquisador admite a incapacidade de conhecer o “real” (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p. 54), reconhecendo que um mesmo ato tem inúmeras percepções possíveis, tantas quanto forem os seres humanos envolvidos com ela, com dependência do momento temporal em que os indivíduos forem questionados.

A abordagem metodológica adotada é denominada como qualitativa, porém busca indicadores no quantitativo para uma análise qualitativa. Busca-se uma reflexão sobre a razão (positivismo) e emoção (humanismo) (Morin, 2005), onde o pensamento divergente nos permite analisar as situações onde o problema está situado. Sendo também uma pesquisa à luz do pensamento complexo, de Edgar Morin (ibidem), pós estruturalista, instaurando uma teoria de desconstrução na análise literária, visando a pluralidade de sentidos, considerando a realidade como construção social e subjetiva. Permite uma abordagem mais aberta quanto à diversidade de métodos que se pode utilizar. Segundo Moraes e La Torre (2006) compreendida como um processo de construção do conhecimento, no qual se pode retomar durante seu processo, os objetivos, as estratégias e as avaliações feitas.

Bogdan e Biklen (1994, p. 58) abordam a questão da Cultura, entendendo que em cada microcosmo, há uma linguagem e uma norma de conduta própria, fruto da convivência e das relações sociais, que resultam em códigos específicos, que serão entendidos pelo observador através da convivência contínua, e da crescente confiança em construir com os integrantes do estudo. Esta imersão na cultura está impregnada de emoções, pois “não há ação humana sem uma emoção que a estabeleça como tal e a torne possível como ato” (MATURANA, 2002, p. 22), e o passar do tempo tende a estreitar os laços de amizade e simpatia entre os atores envolvidos na pesquisa, exigindo um esforço de análise para que nos momentos de construção da dissertação haja o máximo de isenção possível, pois a imparcialidade é algo inatingível, devido ao fato do pesquisador fazer parte da humanidade, tendo uma história de vida, com conceitos, preconceitos e teorias que irão nortear o rumo do trabalho até as considerações finais.

A pesquisa insere-se na categoria de estudo de caso, pois o pesquisador centrou a exploração em um fenômeno único – *the case* (CRESWELL, 1994, p. 12), utilizando os dados coletados em um período de tempo delimitado. Propõe-se a tomada de algumas atitudes que se constituirão em algumas características da investigação-ação, definida como “recolha de informações sistemáticas com o objectivo de promover mudanças sociais” (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p. 292), pois haverá recolhimento e análise de informações antes e depois da inserção de novas metodologias envolvendo as TIC, não só buscando o estudo e a compreensão, mas a possibilidade da descoberta de meios para tornar a aprendizagem significativa, com ganhos cognitivos para os grupos de alunos.

A pesquisa foi realizada em uma escola particular da Zona Sul do município de Porto Alegre que atende 970 alunos, oriundos de diferentes bairros, em que as famílias são na maioria de classe média baixa. Dispõe de um total de 30 salas de aula, sendo duas delas totalmente climatizadas, com diversos recursos tecnológicos, um ginásio de esportes, com quadras de voleibol, futsal e basquete. Sua estrutura abriga bibliotecas, capela, cantina, laboratórios de informática e de ciências, brinquedoteca, pracinha, ginásio de esportes e pista atlética. O local possui área coberta, prédios específicos para cada nível de ensino, aulas de monitoria, salas e serviços especializados.

Os experimentos foram realizados em classes do nono ano do Ensino Fundamental, e primeiro e terceiros anos do Ensino Médio. Nestas turmas apenas um aluno não possuía computador em casa, realizando as tarefas no LI da escola no contra turno.

Entre os professores pesquisados um era do sexo masculino e outro do sexo feminino. Ambos cursaram a graduação em uma universidade privada do Rio Grande do Sul.

Na análise foram utilizadas todas as respostas de questionários propostos aos professores e alunos desta escola, sendo que os professores foram convidados a participar da pesquisa de forma voluntária.

Foram utilizados dois questionários, em dois momentos distintos, o primeiro para verificar qual o pensamento dos professores sobre o uso de SE e qual a sua concepção sobre o uso destas tecnologias no ensino de Matemática. Em seguida foi promovida uma discussão, onde foram apresentadas algumas possibilidades de uso de SE, promovendo-se um debate com o grupo para planejar a aplicação destas propostas no 1º trimestre de 2010. Terminada esta etapa foi aplicada uma nova versão do questionário para verificação de como o grupo formado por professores e

alunos, percebeu o desenvolvimento do processo. A segunda entrevista foi gravada a fim de proporcionar uma imersão mais profunda no fenômeno para facilitar a posteriori a análise do discurso. Foi elaborado um diário de campo, onde o pesquisador descreveu as suas próprias percepções que foram usadas na construção da dissertação.

Utilizou-se a análise textual discursiva como meio para construir a interpretação e análise dos dados. Segundo os autores, a análise textual discursiva:

...pode se descrever como um processo emergente de compreensão, que se inicia com um movimento de desconstrução, em que os textos do 'corpus' são fragmentados e desorganizados, seguindo-se um processo auto-organizado de reconstrução, com emergência de novas compreensões. (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 41)

Neste sistema, os textos são desconstruídos e categorizados de acordo com grupos e subgrupos que vão surgindo ao longo da análise dos discursos. Depois vão sendo reagrupados em um novo "corpus", no qual parágrafos e frases que transmitem as mesmas ideias e percepções são reunidos e vão compondo um metatexto, que, em conjunto com a introdução de elementos teóricos e da contribuição do pesquisador dão forma à redação final do trabalho. Esta é uma avenida de idas e vindas, de novos mergulhos nos textos, de comparações entre as diferentes declarações de um mesmo sujeito. Se for necessário, é possível voltar ao diálogo com os entrevistados, para elucidar algum ponto que porventura tenha ficado obscuro e possibilitar um mergulho mais profundo na matéria. Contempla-se na elaboração do metatexto a construção do todo, que embora oriundo das partes está além delas, um "processo de produção de novas verdades"(MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 192).

Para a redação do texto que resultou na análise foram utilizados aportes teóricos e as considerações do observador, baseados nos seguintes instrumentos: as notas de campo, os textos produzidos pelos sujeitos e as entrevistas gravadas. O termo notas de campo é usado pelo pesquisador no sentido mais restrito (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 150), sendo consideradas como tal as impressões do pesquisador, que deve compor um diário pessoal aonde vai relatando o desenrolar do projeto, descrevendo detalhes do que observa, de conversas informais, descrições do meio físico, anotando detalhes que poderão ajudar na análise dos dados. Os textos produzidos pelos sujeitos foram oriundos de um questionário previamente produzidos pelo pesquisador, na forma de perguntas abertas, que indicaram as ideias dos sujeitos sobre o tema. O mesmo procedimento foi feito para uso nas gravações, com o uso de um roteiro proposto pelo

observador, que conduziu as entrevistas e depois providenciou sua transcrição, em um procedimento denominado de gravação. A participação dos sujeitos na capacitação também contribuiu para os dados coletados.

A análise dos dados foi compositiva um discurso que contemplou o todo, o holístico, entendendo que o todo é mais do que a soma das partes – “O todo tem qualidades ou propriedades que não são encontradas nas partes, se estas estiverem isoladas umas das outras, e certas qualidades e propriedades das partes podem ser inibidas pelas restrições provenientes do todo” (MORIN, 2007, p. 37) - a complexidade traz consigo uma nova postura, a necessidade de outros olhares, que respeitem a diversidade e a pluralidade, trazendo à tona as percepções dos atores envolvidos no processo de construção da pesquisa.

Nos experimentos com os alunos adotou-se uma abordagem qualitativa, descritiva e interpretativa, conforme descrito por Lüdke e André (1986). Os alunos foram solicitados a produzir, ao longo da investigação, dois textos com suas percepções acerca dos conceitos relacionados às Geometrias. O primeiro texto produzido contém as impressões iniciais dos alunos sobre o tema, para que se identifique o conjunto dos conhecimentos prévios, que, além da sua trajetória, estão associados às aulas anteriores. O segundo texto tem por objetivo identificar e compreender a evolução desses conhecimentos matemáticos ao longo das aulas, oriundos do conjunto de atividades realizadas dentro e fora do Laboratório.

4 PROPOSTAS METODOLÓGICAS UTILIZADAS COMO ELEMENTOS MOTIVADORES NO CONTEXTO DA PESQUISA

A evolução da tecnologia proporcionou novos instrumentos que podem ser usados nas salas de aula. Este uso acontece na medida em que há uma disseminação do conhecimento, através de cursos específicos, em eventos que propiciem a divulgação das iniciativas dos pesquisadores, ou através da própria discussão nas escolas, quando há um grupo disposto a buscar inovações com o objetivo de qualificar sua prática docente.

No caso desta pesquisa, a decisão de uso de cada um dos SE foi resultado de uma reflexão de um grupo de professores de Matemática acerca do uso da Informática na Educação e da realidade que a sala de aula apresenta. A discussão indicou que a Geometria é uma área da Matemática bastante propícia para os experimentos, pois há um número variado de SE disponíveis no mercado, sendo que muitos estão disponíveis em versões *freeware*¹¹ ou em formatos de avaliação. Este acesso gratuito é um elemento preponderante quando se programa um uso educacional, porque permite uma descentralização da decisão de uso, pois que os sistemas de compra são muito engessados nas administrações públicas. Assim, a decisão de uso respeita as particularidades de cada grupo, e principalmente, fica melhor adequada ao Projeto Político Pedagógico de cada instituição de ensino.

Após uma avaliação dos programas existentes foi definido o uso do Google Earth, do Google Sketchup, e da versão de avaliação do Graphmatica, em turmas de 9º ano do Ensino Fundamental, 1º e 3º anos do Ensino Médio.

4.1 Experimento com o Google Earth.

Geometria é uma palavra de origem grega formada por *geo* (terra) e *metria* (medida). Há cerca de 5.000 anos, era considerada a ciência de medir terrenos, seus perímetros e suas áreas. Com o tempo, a Matemática passou a utilizar esse termo de modo mais amplo para estudar as formas e suas propriedades. Com isso, surgiram várias Geometrias, tais como a euclidiana e as não-euclidianas, como a hiperbólica, a elíptica e a fractal. Neste estudo, trata-se principalmente

¹¹ Softwares *freeware* são programas de computador disponibilizados gratuitamente por seus criadores. Ou seja, o usuário não precisa pagar a licença para poder usá-lo.

da Geometria fractal, que estuda as formas irregulares, fragmentadas e abstratas, geralmente, encontradas na natureza, com padrões que se repetem infinitamente.

As ferramentas computacionais contribuem sobremaneira para o estudo dos fractais. Dessa forma, os softwares gráficos ou que se baseiam em gráficos ou imagens, como o caso do Google Earth, possuem uma natural potencialidade para serem utilizados como elementos de apoio ao estudo dessa área do conhecimento. Como afirma Giraffa (2009), todo o software pode ser considerado educacional desde que esteja devidamente contextualizado nas atividades pedagógicas e função do planejamento do professor. A escolha de um programa aberto, de fácil acesso e sem custo é fundamental para que os experimentos realizados em espaços fora da escola possam ser replicados dentro dela.

No caso desta pesquisa, buscou-se oportunizar aos alunos a vivência de um projeto concebido em um espaço específico de pesquisa, como o do Laboratório de Geoprocessamento do Curso de Geografia da PUCRS, no entanto, é possível realizar as atividades propostas, associando-as aos conteúdos escolares, com recursos menos sofisticados, por meio de imagens disponíveis na Internet.

Participaram do estudo 27 alunos de uma turma do 9º Ano do Ensino Fundamental de uma escola particular de Porto Alegre, os quais trabalharam com imagens capturadas através de satélites, analisando e identificando as figuras planas e as figuras fractais presentes nessas imagens. Os alunos, no trabalho, foram identificados por letras maiúsculas, seguidas ou não de número, que representam O trabalho realizado buscou instigar a curiosidade, a partir da investigação do processo de pesquisa associado ao estudo de conceitos matemáticos, incentivando os estudantes a desenvolver competências relacionadas à pesquisa na sala de aula e a destacar a relação entre Matemática e cotidiano.

4.2 Uso do Google Earth

Embora se reconheça o conhecimento matemático de várias culturas, é consenso atribuir aos antigos gregos a sistematização do saber matemático de povos que os precederam ou que foram seus contemporâneos. Foi o início de um procedimento que veio a ser conhecido como processo de demonstração, possibilitando a formalização e estudo de conceitos matemáticos. Os gregos notabilizaram-se pelo estudo dessa ciência, com destaque para os grupos de Pitágoras, Platão, Tales, Heron, Erastótenes, e Euclides. As pesquisas sobre este tema avançaram ao longo

do tempo, dando origem a diversas subáreas da Matemática, tais como: Geometria Analítica; Geometria Projetiva; Geometria Sintética Métrica; Geometria Riemanniana; e a Geometria Fractal.

Segundo Mandelbrot (1998), a Geometria Fractal é um caminho entre a ordem e o caos, e aproxima a humanidade do sentido original do termo Geometria, pois remete à compreensão de vários fenômenos naturais e lida com medidas do planeta Terra. Esta Geometria está ligada ao estudo dos sistemas dinâmicos, não-lineares, nos quais pequenas alterações nas condições iniciais produzem grandes modificações no comportamento dos sistemas. O autor escreve que termo fractal refere-se à fração, pois propõe a existência de dimensões intermediárias entre 0, 1 e 2. Um dos fractais mais conhecidos e um dos primeiros a ser descrito é a curva de Koch, semelhante à estrutura de um floco de neve. Mandelbrot (1998) demonstra que, para construir uma destas “ilhas quiméricas” (p. 44), se traça um segmento de reta e, em seguida o segmento é dividido em três partes iguais. O segmento central é retirado, e substituído por um triângulo equilátero – a parte retirada seria a sua base. Os quatro segmentos são congruentes e o processo é repetido (iteração) em cada um dos segmentos. A iteração prossegue sucessivamente como apresentada na Figura 1:

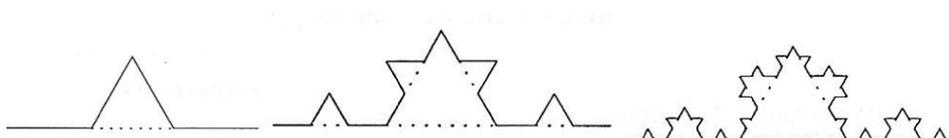


Figura 1: sequência de construção de um Fractal

Os primeiros passos efetuados na elaboração de imagens de fractais remetem às primeiras décadas do século XX. O incremento das tecnologias, especialmente o advento e popularização dos computadores e das imagens de satélites, permitiram a maximização das iterações, com sucessivos outputs e inputs das equações, bem como a visualização de contornos naturais para estudo e melhor compreensão dos fractais encontrados no ambiente natural. Os Fractais são normalmente gerados por meio de computadores e com softwares específicos, de modo que pelo seu estudo podem-se descrever muitos objetos extremamente irregulares do mundo real. Como exemplo citamos o programa Xaos, disponível em <http://xaos.sourceforge.net/index.php>.

Cabe perguntar se as possibilidades pedagógicas decorrentes desse desenvolvimento científico estão sendo aproveitadas em toda a sua amplitude, pois há uma gama de recursos gratuitos que podem ser acessados e usados em favor da evolução do processo educativo.

Por outro lado, as duas Geometrias, que dão título a esta seção, convivem lado a lado no planeta, pois o homem desde remotas eras modifica a paisagem com suas obras de madeira, aço e concreto, erguendo-as em todo o tipo de terreno, em planícies, planaltos e montanhas, na margem de lagoas, lagos, rios e oceanos, nas proximidades de florestas ou à beira de desertos. As tecnologias mencionadas permitem uma visualização que não era possível às gerações que nos antecederam, pois hoje cidadãos comuns podem acessar imagens geradas por satélites que possibilitam ver as formas geométricas euclidianas, delineadas pelo homem em paisagens urbanas ou nos campos, lado a lado com contornos e relevos, ou escondidos sob as nuvens, que são objeto de estudo da Geometria Fractal.

Não se pode negar a importância da Geometria Euclidiana na construção dos saberes matemáticos e na formação de milhões de pessoas, que tiveram contato nos bancos escolares com as idéias apresentadas nos “Elementos”. Boyer (1996) afirma que a Matemática, diferentemente de outras ciências, evolui com acúmulo de conhecimentos, e não pelas mudanças radicais que ocorrem em outras áreas. Uma prova desse fato está na produção de Euclides, que permanece precisa, sem que possa ser descartada como obsoleta, ou que tenha sido considerada como errônea por pesquisas posteriores. As próprias imagens dos satélites que apresentam panoramas das construções nos centros urbanos trazem a visualização das formas estudadas pelo autor da Hélade e seus contemporâneos.

A noção da evolução da Matemática por acréscimo traz consigo a possibilidade de pesquisa sobre como as idéias se intercalaram no decorrer da história. Hoje conta-se com recursos tecnológicos que tornam tal acesso viável não só para pesquisadores e acadêmicos, mas também para professores dos Ensinos Fundamental e Médio que tenham o desejo de utilizá-los na sua prática. Uma ação interdisciplinar permite uma abordagem que leve à discussão da relação do indivíduo com o todo, neste caso o próprio ambiente que o cerca. Trabalhar com estas medidas do terceiro planeta do sistema solar significa conhecer a Matemática intrínseca de sua geografia e dos seres produzidos pela deriva natural, que é de acordo com Maturana e Varela (2001), o processo de transformação da vida sobre a Terra, derivado das interações que ocorrem entre o meio e as espécies, o que significa que transformar um implica transformar o outro. Segundo

esses autores, estudos demonstram que os elementos químicos fundamentais para a existência da vida, como a conhecemos na Terra, formaram-se a partir das reações acontecidas no planeta em seus primórdios. Experiências feitas para testar esta teoria confirmam que ao misturar as substâncias existentes há 4 bilhões de anos e submetê-las às condições existentes na atmosfera, forma-se uma “sopa” de aminoácidos, que levou em determinado momento ao surgimento de estruturas autopoieticas, que tem como principal função produzirem e manterem continuamente a si próprias, denominação que serve desde as primeiras estruturas simples vivas até o homo sapiens.

Morin (2007) afirma que é necessário nos tempos vindouros aprender a identidade planetária, com a evolução do conceito de nacionalidade para o reconhecimento de que nossa pátria é a Terra, e que se deve reconhecer a complexidade formada pelas diferentes identidades culturais características dos diversos agrupamentos humanos. Pode-se somar estas idéias às da deriva natural e da autopoiese para formar uma compreensão do quanto este planeta é responsável pelo o que a humanidade é, mais do que passageira, e sim companheira e parceira neste passeio pelo Universo.

Nesse sentido, a Matemática que estuda os fractais e faz a mensuração das costas banhadas pelas águas e dos fenômenos atmosféricos, faz a ligação entre o intelecto humano e a continuidade das interações milenares, cujos desenhos moldaram a geografia do planeta e a constituição dos seres vivos.

4.3 Experimento desenvolvido com os alunos sobre o uso do Google Earth

A fim de organizar o trabalho com os alunos, foram realizadas as atividades descritas a seguir.

- a) Revisão dos postulados geométricos e das formas das figuras planas.

Nesta aula, de natureza expositiva e dialogada, foram estudados os aspectos históricos da Geometria por meio do uso de slides, com o objetivo de preparar os alunos para as atividades no Laboratório de Informática. Foram apresentadas diversas construções de povos antigos (gregos, romanos e egípcios) para que os alunos identificassem algumas aplicações da Geometria. Após o início das atividades no Laboratório foram lembrados os axiomas, na medida em que os grupos encontravam seus enunciados na Internet.

b) Busca na Internet sobre as Geometrias Euclidiana e Fractal

Nesta atividade, os sujeitos da pesquisa realizaram suas buscas na Internet sobre as Geometrias Euclidiana e Fractal, usando sites, como, por exemplo, o da figura 2.



Figura 2: Busca no Google

Neste ponto, os alunos elaboraram o primeiro texto com as suas percepções sobre essas Geometrias. No relatório cada aluno apresentou o endereço de 10 sites visitados e apontou o que considerou mais significativo, explicando o porquê da escolha.

c) Busca na Internet com uso da ferramenta Google Earth

Nesta etapa, os alunos registram imagens de figuras planas ao redor do Globo e também de imagens fractais (litorais, cadeias montanhosas, nuvens) e prepararam uma exposição virtual das imagens obtidas no Google Earth para ser disponibilizada no site da própria escola, conforme exemplo na figura 3.



Figura 3: Imagem gerada por satélite disponibilizada pelo Google Earth

d) Apresentação dos trabalhos

Nesta atividade, os sujeitos apresentaram os seus trabalhos em PowerPoint, explicando a sua compreensão sobre o que foi realizado, o que foi sucedido de debate.

e) Produção de texto final

Após as atividades realizadas os sujeitos redigiram um segundo texto, mostrando a evolução de suas compreensões sobre o que foi estudado.

4.4 Resultados deste Experimento

Após a realização dos dois primeiros itens desta primeira fase da pesquisa, os alunos elaboraram um texto individual, no qual expressam suas percepções sobre o trabalho proposto até aquele momento. Este texto foi escrito em sala de aula, depois de visita ao Laboratório de Informática.

Quanto à Geometria Plana, nos textos dos alunos há uma frequência substancial de citações do nome e de aspectos da vida de Euclides. É possível observar que os alunos referem frequentemente, em um primeiro momento, aos postulados básicos como o ponto e a reta, como afirma um aluno: “[...] relembramos tudo o que já tínhamos aprendido sobre as retas e os pontos” (Aluno O).

No entanto, os sujeitos só lembraram que a Geometria também integra as figuras planas após a visualização das imagens de satélite no Google Earth.

Destacam-se nos textos as referências ao Efeito Borboleta, ao Caos e a Edward Lorenz. Sobre isso, afirma o aluno K: “Ele [Edward Lorenz, nota dos autores] formulava equações que demonstravam o efeito borboleta, chegando a esta conclusão depois de usar um programa de computador que mostrava o movimento das massas de ar”. O nome de Mandelbrot e as figuras fractais criadas por suas equações, além dos flocos de Koch, também mereceram destaque.

As primeiras visualizações feitas pelo grupo das imagens de satélites oferecidas pelo Google Earth trouxeram a informação que a maioria absoluta da turma não tinha utilizado este software. Foi necessária uma explicação do funcionamento das ferramentas essenciais, para que a aula prosseguisse. Os estudantes optaram preferencialmente por trabalhar com imagens de Porto Alegre, Cidade do Cabo e Amsterdam. Os alunos foram, então, solicitados a indicar figuras geométricas nas imagens do Google Earth.

Primeiramente, foram indicados pontos e retas (ruas e indicações publicitárias do software), para logo em seguida serem apontadas quadrados, retângulos e círculos. Quanto às figuras fractais, houve alguma dificuldade inicial para o reconhecimento. No entanto, com a mediação do professor foram registradas imagens de copas de árvores e contornos de litorais.

Estes primeiros relatos dão uma demonstração de que os objetivos da pesquisa já começam a serem alcançados. Sobre a Geometria Plana, por exemplo, o aluno L afirma: “Seus livros [de autoria de Euclides – nota dos autores] contém conhecimentos sobre Geometria plana, círculo e circunferência, triângulos, retas paralelas [...]”, indicando que há um processo de construção da idéia de que os conceitos euclidianos permanecem atuais. Esta conclusão prévia é reforçada pelas inúmeras referências dos sujeitos aos pontos e retas.

O processo de pesquisa Matemática surge nas citações que a turma fez de Euclides, Lorenz e Mandelbrot, como, por exemplo, o que refere o aluno K: “A teoria estabelece que de algum pequeno acontecimento ocorrido no início, pode ocorrer conseqüências desconhecidas no final”. Esse sujeito, de maneira própria, mostra como processou as informações sobre o Caos.

A percepção da ligação da Matemática com a vida aparece de maneira explícita em várias situações como no que afirma o Aluno N: “Percebi nesta pesquisa que as Geometrias estão muito presentes em nossas vidas, tanto a fractal quanto a plana com seus desenhos geométricos, muito

utilizados nas plantas das casas. [...] Vimos às imagens no Google Earth, e que em qualquer lugar tem a Geometria, em tudo ela está presente, assim como a Matemática em si”.

Quanto às solicitações de indicações de sites, chama a atenção o fato de que todos os alunos citaram a Wikipédia como site visitado. Em segundo lugar aparece o portal [brasile scola.com\Matemática](http://brasile scola.com/Matemática), que só não foi citado por uma aluna, Como os mais relevantes, na opinião individual dos alunos, aparecem praticamente empatados as duas páginas elencadas, seguidas de uma página sobre fractais da Universidade de Lisboa.

4.5 Considerações sobre o uso deste SE

Em relação às escolhas dos sites feitas pela turma, se observou que os alunos referem a clareza da escrita e da objetividade da abordagem, afirmando que escolheram tais páginas por serem “fáceis de entender” e “completas”. Foi observado durante a aula que o Google é o site de busca usado pela totalidade dos alunos, e a Wikipédia é o primeiro que surge quando se define a busca pelas palavras-chave “Geometria Euclidiana” e “Geometria Fractal”. Quanto ao [brasile scola.com\Matemática](http://brasile scola.com/Matemática), trata-se de um portal que carece de credibilidade, e a informação da página de navegação segura do Google informa que já foram relatados casos recentes de “instalação de softwares suspeitos sem consentimento do usuário” (GOOGLE, 2010). As escolhas indicam que há no grupo um grau elevado de confiança na Internet, sem que haja maiores cuidados na certificação das informações, algo que deve ser trabalhado pelos professores.

Quanto ao estudo da Geometria, ficam evidentes algumas vantagens do uso da Informática. Antes da abordagem do conteúdo geométrico do 9º ano, é necessário que se faça uma revisão dos conteúdos das séries anteriores, quando foram apresentados os fundamentos desta subárea da Matemática. Ao se fazer este trabalho com uso de pesquisa na Internet, há um ganho de tempo, além de permitir que o aluno opere no seu próprio ritmo, aprofundando a prospecção de acordo com seus interesses. Neste sentido a visualização de imagens por satélite traz na forma de edificações as figuras planas já conhecidas, possibilitando uma visão clara da aplicação deste saber no cotidiano.

A intimidade dos jovens com a linguagem digital também é um elemento que possibilita uma aproximação dele com os conteúdos. Aqueles que não têm muito interesse em Matemática podem construir novos conhecimentos em virtude do uso de novas metodologias. A mesma

aluna K que apresentou uma conclusão interessante sobre o Caos escreveu no relatório: “Por mais que eu odeie Matemática, deu para entender um pouco mais sobre a Geometria, e realmente a Geometria é um negócio muito chato e que queima todos os neurônios de uma pessoa”. Outra manifestação, vinda do aluno M: “... na Informática fica mais legal de estudar Matemática, que não é uma matéria muito divertida de se aprender”.

Quanto á questão dos fractais, não houve a pretensão neste projeto de aprofundar o estudo do tema, pois seriam necessários conceitos que são estranhos a um aluno do Ensino Fundamental. O desejo era ir ao encontro do que está expresso nos PCNs - de Matemática para este nível, onde se lê que “para o aluno consolidar e ampliar um conceito, é fundamental que ele o veja em novas extensões, representações ou conexões com outros conceitos (PCNs, 1998, p. 22-23). Ou seja, há uma ligação entre as Geometrias que pode ser explorada, uma conexão que liga os conceitos abordados por Euclides e Mandelbrot, que apresentados nas salas de aula ampliam a percepção sobre a evolução do conhecimento matemático e da ciência.

As imagens de satélite adquirem importância no projeto na medida em que permitem uma visualização instantânea destas Geometrias, pois com procedimentos simples encontram-se inúmeras visualizações ao redor do globo que mostram figuras planas, poliedros e fractais. Novas formas de linguagem são necessárias quando se lida com uma geração habituada aos ícones, imersa em um universo cultural que privilegia imagens. Neste aspecto o Google Earth fornece uma solução de fácil manuseio, além de ser gratuita. Além disso, lançar um olhar sobre o planeta permite a construção de uma ligação imediata com a realidade de cada um. O aluno L afirmou: “Aprendi neste trabalho que as Geometrias estão sempre presentes no nosso cotidiano, lugares como nunca achamos que possamos encontrar como na nossa casa, em um parque de diversão e na sala de aula”. Conclui-se que as imagens orbitais obtidas na internet podem ser usadas no contexto escolar, pois permitem um trabalho de exploração e investigação que se constitui em ferramenta útil para uso na sala de aula.

4.6 Experimento com o Graphmatica.

O conteúdo de funções abre uma nova perspectiva para os alunos a partir do 9º ano do Ensino Fundamental, época em que são estudadas noções do plano cartesiano, e havendo tempo disponível dentro do ano letivo, são apresentados os conceitos de funções. Acadêmicos da área das ciências exatas conhecem a sequência destes estudos, que desembocam em uma das

contribuições mais significativas da ciência, o Cálculo Diferencial e Integral, desenvolvido concomitantemente por Isaac Newton e Gottfried Wilhem Leibniz¹².

Durante o primeiro ano do Ensino Médio o estudo funções é aprofundado, com resoluções de problemas, amplas possibilidades de contextualização e construção de gráficos. A elaboração de gráficos é antiga, pois no século XIII Nicole d'Oremes se utilizou deles para representar um valor variável que dependesse de outro, antecipando em muitas décadas as definições de Descartes. Estas representações no plano cartesiano permitem a modelagem e análise do comportamento de inúmeros fenômenos, criando competências bastante úteis na atuação profissional e no cotidiano, pois é comum encontrar nos meios de comunicação o uso deste recurso.

Surgiram no mercado alguns SE que foram produzidos com a finalidade de executar cálculos e plotar gráficos. Um destes é o Graphmatica, desenvolvido pela kSoft, que pode ser usado no ensino de funções no Ensino Médio, porque tem a vantagem de ser muito fácil de ser operado, além de não ocupar muito espaço no disco rígido, podendo ser utilizado em redes de computadores por diversos alunos simultaneamente.

No experimento em questão foi proposta uma investigação do comportamento das retas nos gráficos das funções lineares a partir de leis Matemáticas criadas pelos próprios alunos, seguindo instruções prévias definidas pelo professor. Pedia-se a proposição de funções que satisfizessem as condições:

- Duas funções com coeficientes angulares iguais e coeficientes lineares diferentes.
- Duas funções com coeficientes lineares e angulares iguais.
- Duas funções com coeficientes angulares diferentes e coeficientes lineares iguais.
- Duas funções nas quais o coeficiente angular de uma fosse o inverso do oposto da outra, e coeficientes lineares quaisquer.

Após a definição das leis das funções, os alunos fizeram uso do Graphmatica para verificação da disposição das retas em cada um dos casos.

Respostas dos alunos:

- O primeiro exercício determina a criação de retas paralelas.

¹² Enquanto Newton recebeu honrarias em vida, sendo reconhecido por seu país, Leibniz passou seus últimos anos solitário e amargurado. O primeiro foi enterrado na Abadia de Westminster, como um cavaleiro do Reino, no enterro do segundo só esteve presente a sua secretária. (ANTON, 2006)

- O segundo caso cria retas coincidentes.
- O terceiro faz com que ambas as retas cortem o eixo y no mesmo ponto.
- O último determina o surgimento de retas perpendiculares.

4.7 Considerações sobre o experimento com Graphmatica

Esta atividade foi elaborada de acordo com manifestações dos próprios alunos do 1º ano do Ensino Médio, que solicitaram, através de instrumentos avaliativos, o desenvolvimento de tarefas no Laboratório de Informática. O aluno G afirmou no relatório que “trabalho nos exigiu o máximo, mas acho que aprendemos mais do que nas aulas convencionais”. O aluno A escreveu: “antes não havia entendido muito bem a matéria, agora com a proposta de um trabalho diferente dos que tem em sala, entendi tudo”. Durante a estada no Laboratório foi possível perceber a rapidez que a turma compreendeu as instruções de uso do Graphmatica. Como no primeiro momento ficaram livres para manipular da forma que desejassem o programa, foram elaborados inúmeros gráficos, inclusive de equações cúbicas, que não estavam listadas no roteiro da aula. Isto permitiu uma análise a respeito dos diferentes formatos que as linhas assumem, na dependência do grau do polinômio da função.

A receptividade dos alunos quanto a metodologia é o mais forte indicador da validade do uso do Graphmatica no Ensino Médio. Como os alunos já conhecem o método de confecção dos gráficos, o roteiro com o SE serve para que se construa melhor as relações entre os termos e o plano cartesiano. O tempo que se poupa com o desenho instantâneo que o programa realiza permite uma dedicação maior à discussão e análise do comportamento das funções.

Experimento com o Sketchup.

O grupo de aulas do experimento com o Google Sketchup foi executado em uma turma de 3º ano do Ensino Médio. A série didática foi organizada em forma de projeto, sob o título “*Geometria Espacial: Modelos computacionais 3D*”.

O primeiro contato dos alunos com o software aconteceu em uma apresentação em Power Point, em que os estudantes conheceram suas potencialidades, através de imagens selecionadas da *web*, como slides de projetos executados e vídeos.

Na etapa seguinte, em um conjunto de aulas, houve o estudo dos conceitos teóricos referentes aos poliedros, em paralelo com a imersão nas ferramentas do Google Sketchup, com a realização de diversos exercícios no quais os alunos aplicavam o que haviam visto na parte teórica.

A segunda etapa foi a elaboração pelos sujeitos da turma de um projeto em três dimensões - 3D, em que cada membro da turma desenhou um modelo virtual em que utilizaram os conhecimentos adquiridos. A escolha do modelo era livre, e cada um executou o desenho de sua preferência.

Na última etapa, foram produzidos materiais digitais com as imagens finais dos projetos e a turma organizou uma exposição desta produção na Feira Cultural da Escola.

5 A ESCOLHA DOS SOFTWARES EDUCACIONAIS E O PERFIL DOS PROFESSORES

De acordo com o que se observou nesta pesquisa, o uso que os professores fazem dos SE está diretamente associado à experiência que o docente possui no uso de TIC e sua base de crenças a respeito do potencial pedagógico destes recurso é decorrente de um “processo evolutivo”, no qual os professores vão se ambientando, criando alternativas e seu planejamento vai se tornando cada vez mais complexo e criativo. Vamos descrever nesta seção as sucessivas etapas deste processo.

5.1 Uso de SE para organização de atividades

Segundo Santos e Giraffa (2010), alfabetização digital “consiste em conhecer a tecnologia e fazer uso de seus meios e ferramentas de modo significativo no cotidiano em que está inserido”. Na área do magistério este processo pode ter início como resposta a uma ânsia por aumento na qualidade do Ensino, quando o professor busca alternativas para a sua prática. Esta busca pode levar a algum tipo de formação continuada, ou à pesquisa de novas metodologias.

A fase inicial de uso de software por professores é o uso para organizar as atividades de sala de aula, e para atender as necessidades administrativas da escola. Observa-se em diversos colégios o uso cada vez mais comum de produção de materiais para uso didático, como textos, exercícios, revisões e avaliações. São usados nesta produção editores de texto como o Word, o Adobe Acrobat e o Writer.

O Adobe Acrobat é um produto da empresa californiana Adobe, que desenvolveu o Portable Document Format (PDF), que permite a criação de documentos com qualidades gráficas reconhecidas pelo público mundial. O Adobe Reader é distribuído gratuitamente e junto com o Adobe Flash Player, da mesma empresa, está presente em mais de 700 milhões de computadores pessoais no mundo.

O Writer é um dos programas do pacote de escritório BrOffice. Este pacote tem as suas raízes no pacote StarOffice da empresa alemã Star Division, que distribuía gratuitamente o seu produto. No final dos anos 90 a Sun Microsystems comprou a Star e liberou parte do código do StarOffice para a comunidade do Software aberto, que utilizou o código no projeto Open Office, que no Brasil deu origem ao BrOffice, que apresenta um pacote cujo editor de texto é o Writer. Este editor tem a vantagem de abrir e salvar os documentos em outros formatos, que dá liberdade

para que o usuário migre para outros editores de texto, ou mesmo possa trocar documentos com indivíduos que usem outros softwares.

O mais popular dos editores de texto é o Word, desenvolvido pela *Microsoft* – MS. Suas versões mais atuais possuem diversas ferramentas que possibilitam uma apresentação final com muito mais diversidade do que os seus concorrentes.

Outro tipo de software que está bastante disseminado são as planilhas eletrônicas, que servem, por exemplo, para lançamento de notas e controle de faltas e entrega de trabalhos. A planilha eletrônica mais difundida é a Excel.

No colégio em que a pesquisa foi realizada, encontram-se vários exemplos deste tipo de uso. A Direção da escola contratou uma empresa especializada em desenvolvimento de sites e programas, que criou uma nova página na web e desenvolveu um novo sistema de registro para a Secretaria. Neste novo sistema, as notas, o número de dias letivos e o número de faltas de cada aluno, deixaram de ser entregues em tiras de papel, passando a ser realizadas pela Internet. O novo método consiste no lançamento destes dados diretamente em uma página específica de cada turma, contendo a relação de alunos, com campos específicos para cada item. O acesso pode ser feito online de qualquer lugar onde o professor esteja, pois só é permitido visualizar a página ou inserir informações após ingresso de uma senha pessoal e secreta.

O uso do Power Point, também é amplamente difundido, e há de produções de todos os tipos. Muitas vezes quando se fala em SE a primeira ideia que vem a mente das pessoas são apresentações de slides, que são utilizados como substitutos dos quadros-negros. O preparo destes materiais nem sempre é necessário, porque há apresentações disponíveis em vários sites, além de haver uma cultura de transmissão produções feitas nesta plataforma por correio eletrônico. É possível que o preparo contínuo de apresentações, em que o usuário vai se familiarizando cada vez mais com a linguagem digital, sirva como porta de acesso a outro patamar em que são exploradas novas possibilidades.

O professor de Matemática tem a seu dispor um SE de organização quase que específico para seu uso - o Equation. O uso deste programa permite a elaboração de materiais que necessitem de símbolos relacionais, modelos de delimitador, modelos de fração e radical, modelos de somatório, símbolos de setas, modelos de integral, símbolos de operadores, caracteres gregos, símbolos lógicos, símbolos e modelos da teoria dos conjuntos e modelos de matrizes, como por exemplo:

$$F(x) = \int_2^x t\sqrt{3t^2 + 1}dt \quad y = \frac{-2}{(x+3)^3} \quad A \approx \sum_{k=1}^n f(x_k^*)\Delta x_k$$

Figura 4: exemplos de uso do Equation

5.2 Uso de SE desenvolvidos especificamente com fins educacionais

Não há uma linha precisa que divida as primeiras etapas e as subsequentes do processo de inserção do professor no universo digital. Enquanto da os primeiros passos pode ter contato com programas desenvolvidos com fins especificamente educacionais, em cursos, periódicos, eventos ou através de indicações de colegas. Nesta linha de produtos podem ser identificados o Cabri, o Geogebra, o Graphmatica, o Poly e o Winmat.

O Graphmatica foi desenvolvido por Keith Hertz, quando trabalhava na empresa kSoft. Hertz é graduado em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação pela Universidade de Berkeley. O programa criado pelo engenheiro permite o desenho de funções, comportando “gráficos cartesianos, polares, trigonométricos, diferenciáveis”, podendo ser usado no estudo de funções no Ensino Médio, bem como ferramenta para o Cálculo nas Universidades. O desenho sobreposto de várias funções permite um estudo comparativo na tela do computador que demandaria um considerável tempo caso fosse necessários desenhar as funções em papéis milimetrados. As figuras apresentam construções de gráficos realizadas como Graphmatica.

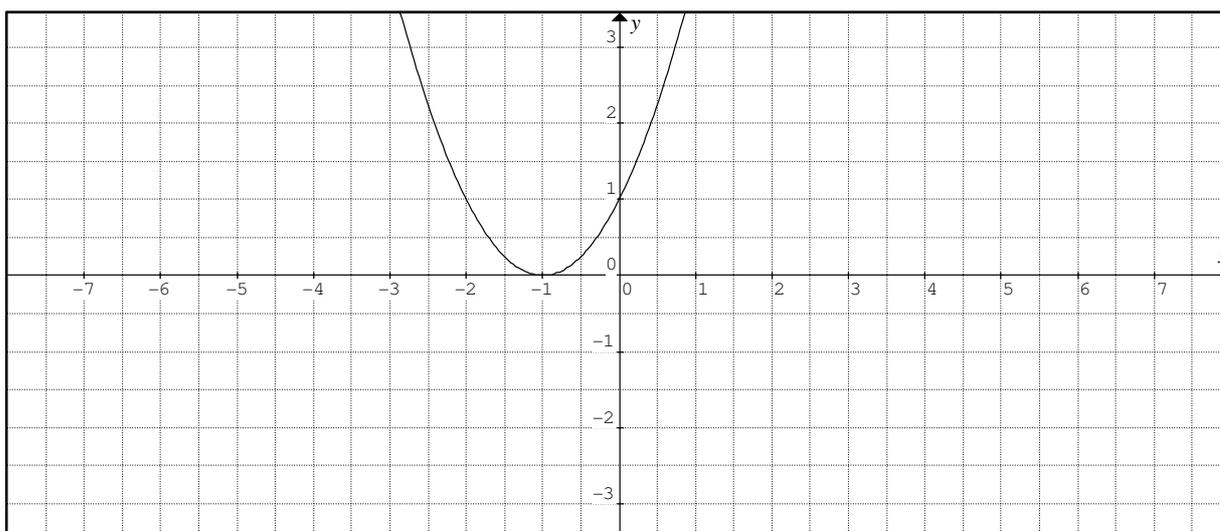


Figura 5: função quadrática no Graphmatica

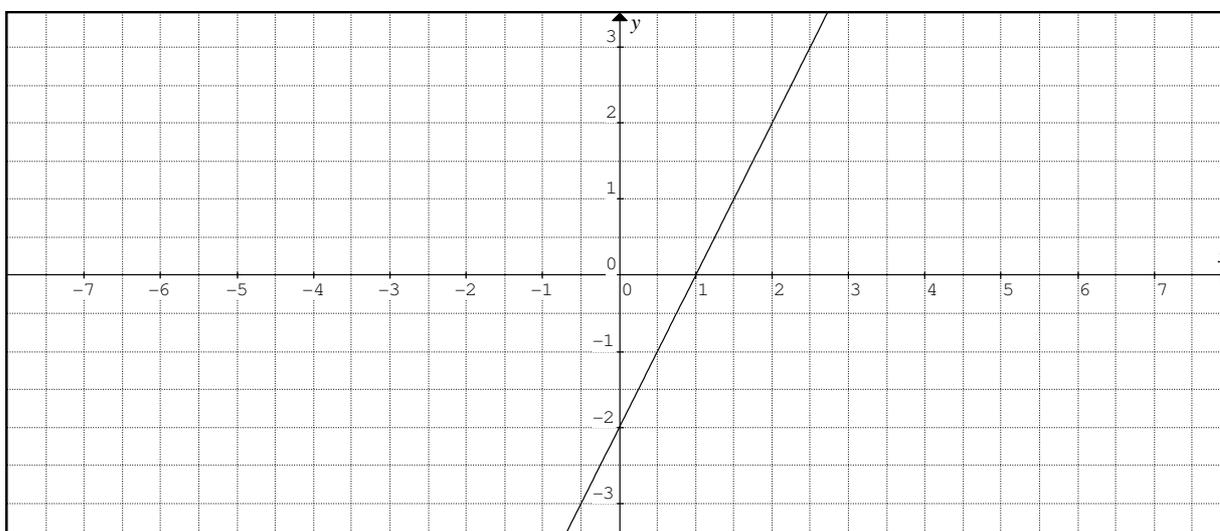


Figura 6: Função linear no Graphmatica

5.3 Criando a partir do existente

Existem muitas opções de softwares no mercado, e muitos deles, embora não tenham sido pensados para atividades pedagógicas, podem muito bem ter este uso, desde que haja uma adaptação feita por um grupo de professores, ou mesmo por um docente solitário que perceba novas perspectivas. Há um novo nível agora, o da criação de objetos de aprendizagem, que servem para que sejam atingidos os objetivos do conteúdo que será abordado.

Dois programas que podem efetivamente ser usados são o Google Earth e o Google Sketchup. Do mesmo modo como alguns dos exemplos apontados em outras seções, os dois softwares tem a vantagem da distribuição gratuita, viabilizando o uso por qualquer sujeito interessado.

O Google Earth apresenta imagens orbitais oriundas de vários sensores que trazem à tela do usuário uma visualização de praticamente todas as partes do globo. Em Matemática permite a observação de figuras planas e sólidos geométricos ao redor do planeta, além de tornar exequível uma abordagem sobre a Geometria fractal, através do estudo dos contornos litorâneos nos continentes. Em escolas em que estejam instalados laboratórios de Informática com uma capacidade razoável de memória, o trabalho de coleta de imagens pode ser executado por toda a turma em conjunto, em horários pré fixados. Caso os computadores estejam ligados em rede,

onde os arquivos fiquem alocados no mesmo servidor, é importante verificar se as máquinas não ficarão muito lentas, tornando inviável o uso do software. A solução neste caso é usar o Google Earth em rodízio, enquanto uns alunos captam imagens, como as que são apresentadas nas figuras 7 e 8, outros fazem uma atividade diferenciada, como uma pesquisa na web sobre o tema. Se a maioria dos alunos tem computador em suas residências é possível transformar o trabalho em tarefa para casa. A ressalva neste caso é que haverá falta da orientação do professor, que pode fornecer informações sobre o que surge nas telas. Na inexistência de computadores nas escolas e nas residências, a seleção de imagens poderá ser feita pelo professor, que pode fazer uso do PowerPoint para apresentação nas classes. As estratégias mais apropriadas são definidas pelo contexto tecnológico e pelas características próprias dos grupos discentes, cabendo ao professor fazer a opção que julgar mais conveniente.

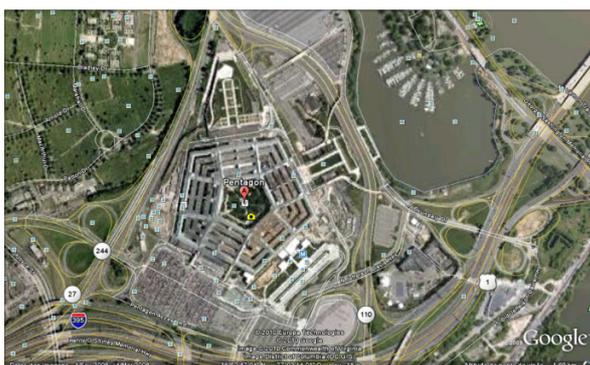


Figura7: Pentágono em Washington



Figura 8: Círculos em Porto Alegre

O Google Sketchup é um software para desenhos arquitetônicos que é usado por um número considerável de profissionais da área para criação de seus projetos. Há uma versão pro que é comercializada, todavia para uso educacional a versão freeware é suficiente. Na tela inicial há um conjunto de 3 eixos nas cores vermelho verde e azul, e uma figura humana. Este personagem fica próximo ao ponto zero dos eixos x, y e z e serve como parâmetro para os desenhos, pois na escala proposta pelo programa ele tem 1,70m de altura. Assim, fica mais fácil para os iniciantes dar os primeiros passos nos seus projetos, pois é possível visualizar qual a altura ideal das construções.

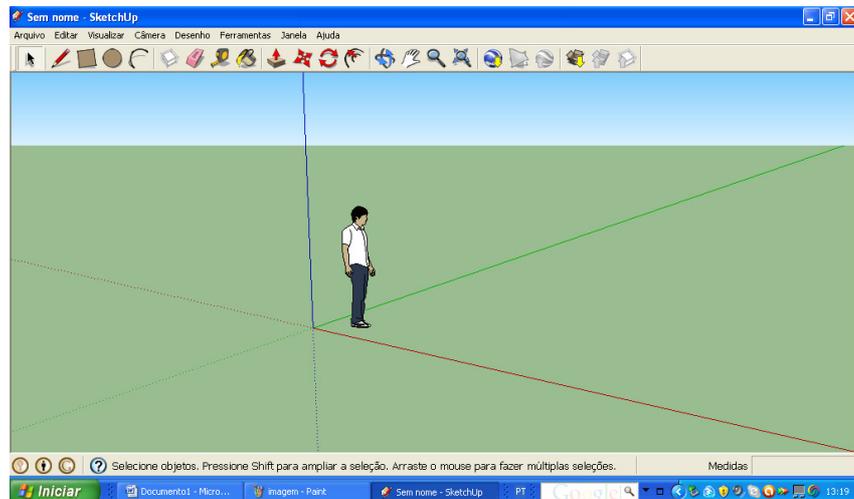


Figura 9: Página inicial do Google Sketchup

Os passos seguintes são de simples execução, porque a barra de ferramentas tem ícones que levam a execução das tarefas necessárias a uma aula do ensino fundamental e médio. O uso destas ferramentas possibilita o estudo dos ângulos, de figuras planas, de sólidos geométricos, podendo ser criados uma série de atividades, de acordo com os objetivos propostos e assumidos pelos professores.

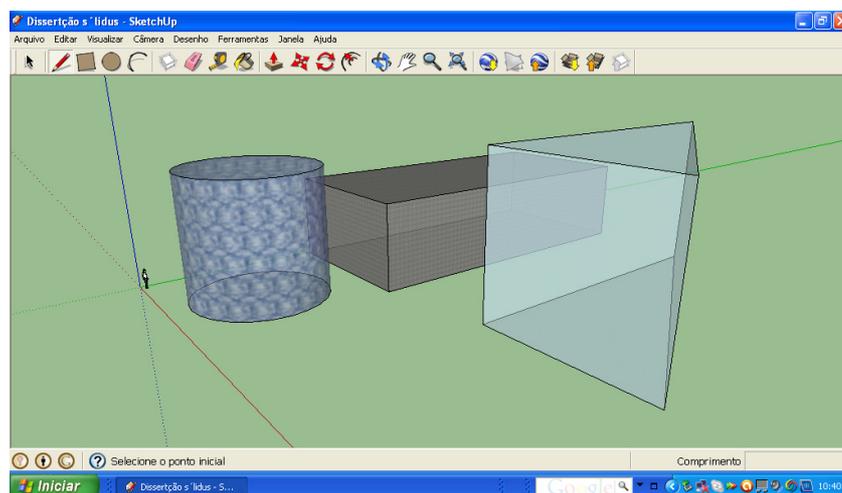


Figura 10: Sólidos geométricos construídos com o Sketchup

6 INVESTIGANDO O PERFIL DOS DOCENTES E SUAS ESCOLHAS TECNOLÓGICAS RELACIONADAS AOS SE

A escolha dos sujeitos de pesquisa foi realizada por convite a todos os três professores de Matemática da escola selecionada. A seleção da escola foi baseada essencialmente pelo fato de que o autor desta pesquisa trabalhava no local, mantinha uma relação bastante próxima dos sujeitos da pesquisa, e conhecia amplamente as condições de trabalho da instituição.

Após os convites realizados por correio eletrônico e pessoalmente acabaram participando desta pesquisa dois professores aqui identificados como Alfa e Omega. O terceiro professor, chamado de Delta não participou da pesquisa, embora houvesse se comprometido a priori, mas foi possível identificar sua formação e experiência no uso de TIC através de conversas no intervalo entre as aulas onde ficou claro que este professor, em vias de se aposentar, não desejava questionar ou mudar sua prática por não acreditar que valeria a pena o investimento e também por não saber utilizar os recursos relacionados às TIC.

Os dados foram obtidos através de entrevistas gravadas realizada no fim do ano letivo, após a realização dos experimentos.

Para análise dos dados foi usada a metodologia da Análise Textual Discursiva (ATD), onde as entrevistas gravadas foram transcritas, e depois submetidas a um processo de desconstrução. Em seguida os novos elementos foram novamente reunidos, agrupados em torno dos conceitos centrais que apresentavam em comum.

Estes novos grupos foram classificados em categorias que serão apresentadas nas próximas seções, e que refletem os pensamentos mais relevantes dos sujeitos participantes sobre as questões desta pesquisa.

6.1 Formação dos professores

Os dois professores terminaram o Curso de Licenciatura em Matemática nos últimos três anos, em uma Universidade privada do estado do Rio Grande do Sul.

Alfa informou que durante a graduação, se matriculou em duas disciplinas optativas junto a outros cursos, pois era onde havia oportunidades para contato com idéias sobre tecnologias, especialmente sobre o uso da Informática.

Embora considere válida a experiência, que proporcionou uma boa base teórica, pois pelo menos uma das professoras tinha o hábito de indicar artigos para leitura e discussão, Alfa ressalta que tais disciplinas eram voltadas para a programação, com conteúdo muito específico para os alunos da Faculdade de Informática, responsável pelas disciplinas. Em virtude disto o conteúdo era “diretamente voltado para programar, criar um software, criar um programinha”, que não atende objetivamente o desejo do professor de encontrar soluções para a sala de aula.

O sujeito Omega também relata que não conseguiu uma formação adequada para uso de SE durante a graduação. De acordo com suas declarações, havia na grade curricular duas disciplinas voltadas ao uso de tecnologia na educação, que em sua opinião “foram uma porcaria”. O motivo apontado para a insatisfação é que pelo menos uma destas disciplinas era sobre os softwares Word e Excel, o que trouxe decepção para Omega.

A justificativa para tanto reside no fato de que o sujeito da pesquisa tinha expectativas sobre o uso de tecnologias na educação, afirmando que preparar textos no Word seria uma substituição do mimeógrafo e da máquina de datilografia, servindo para agilizar o trabalho do professor, que assim evita escrever no quadro, e do aluno que perde a necessidade da cópia. Para Omega tecnologia na educação “é utilizar pra facilitar o aprendizado do aluno, ou pra uma fixação de um conteúdo”, ideia que está em um patamar diverso do que foi proposto.

Os primeiros contatos de Omega com as tecnologias na educação aconteceram ainda na graduação, quando foi ministrada a disciplina de metodologia, ocasião em que começou a pensar em instrumentos que poderiam ser úteis para facilitar as aulas.

O encontro mais consistente dos sujeitos desta pesquisa com os SE em programas de pós-graduação e na interação com colegas da área nas escolas em que trabalham.

Omega iniciou um curso especialização voltado para a Educação a Distância - EAD, onde foi abordado a História da Educação a Distância, a parte conceitual, a legislação pertinente a EAD, tutoria em EAD, o uso da plataforma Moodle, mas nada específico em Matemática. Esta experiência serviu para Omega concluir que em sua opinião a Educação a Distância funciona para o ensino superior, todavia tem dúvidas quanto a sua eficácia da ferramenta na Educação de Jovens e Adultos – EJA e na Educação Básica.

Alfa teve conhecido melhor as possibilidades geradas pelo uso de SE durante o curso de mestrado, em disciplina específica e também interagindo com os colegas. Há uma convergência entre as declarações dos dois sujeitos quanto à interação com outros educadores, pois ambos

apontam as conversas na sala dos professores como elemento relevante para o conhecimento das possibilidades de uso destas tecnologias. Ou seja, a troca de experiência com colegas usuários foi o elemento desencadeador da sua busca por auto-formação.

6.2 Escolha e utilização dos SE

No início desta pesquisa foram apresentados alguns SE, para que os professores participantes escolhessem os que melhor se adaptavam aos seus objetivos e ao perfil dos alunos que os utilizariam. Todos os softwares mencionados neste trabalho foram avaliados para uso e a escolha recaiu sobre o Google Earth, o Google Sketchup e o Graphmatica. O primeiro fator que influi na escolha foi o fato deste programas serem gratuitos, essencial para uso educacional, pois nem sempre há verba disponível para investir na compra de SE. Foi relevante ainda o fato do porte do Google como empresa, uma gigante do setor que dificilmente interromperia a distribuição dos programas escolhidos. Foi determinante a informação de que alguns projetos promissores na área dos SE já foram interrompidos pela descontinuidade dos serviços. Além disso os SE em questão não são muito pesados, giram com muita facilidade em qualquer configuração, especialmente o Graphmatica, além de ter interfaces em português, garantindo que qualquer estudante entenda a barra de ferramentas. Finalmente, não havia a falta de relatos sobre o uso dos Google Earth e do Google Sketchup, tornando possível todo tipo de criação, algo que excita a imaginação e estimula a criatividade.

Quanto aos primeiros momentos no uso dos SE escolhidos, Alfa afirmou que é fundamental a existência de um roteiro, “um passo a passo” elaborado previamente e apresentado pelo professor ainda na sala de aula, para orientar o trabalho do aluno no Laboratório de Informática. Omega informou que a primeira informação sobre o Sketchup aconteceu através do autor desta pesquisa que apresentou algumas possibilidades de uso de SE, e o programa estava entre eles. A apresentação do software aos alunos e a primeira aula no Laboratório de Informática são descritos como “atos de coragem” por Omega, visto que ele não se sentia seguro acerca de todas as ferramentas que são disponibilizadas.

O primeiro momento na escola foi na sala de projeção, com uma apresentação em PowerPoint, seguido de um vídeo baixado do *Youtube*, em que um estádio de futebol é projetado a partir do Sketchup. Este vídeo está no modo acelerado, e é muito instigante, pois o aluno verifica o grau de sofisticação e profissionalismo que é possível atingir no uso deste Software.

Nesta ocasião Omega ficou sabendo que a Faculdade de Arquitetura da PUCRS ofereceria um curso sobre o uso do programa, decidiu, por iniciativa própria, se matricular para se inteirar das possibilidades.

7 ANALISANDO OS RESULTADOS ORIUNDOS DAS OPINIÕES DOS ENTREVISTADOS

Após análise dos dados relacionados as opiniões dos professores destacam-se os seguintes aspectos:

- O uso de SE auxilia a tornar a Matemática significativa facilitando a aproximação com a realidade do aluno

Este é um dos pontos em que Alfa é mais enfático, reiterando diversas vezes a noção de que a Matemática se torna significativa para o aluno. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a aprendizagem se torna significativa quando os conceitos apresentados se vinculam a conceitos familiares ao discente. A recapitulação da teoria e a apresentação de novos aportes teóricos que serve como elo essencial nesta cadeia de aprendizagem será objeto de análise no próximo item. A entrevista de Alfa torna explícita esta aproximação com a realidade dos discentes, pois uma de suas frases afirma que os livros já não estão tão próximos da realidade do nosso público estudantil de hoje, devido a alguns fatores, destacando sua ligação com a tecnologia e a Informática. A ida ao Laboratório de Informática proporciona um ambiente que atrai a atenção do jovem e faz com que ele goste, sinta vontade de ir, para muito além de assistir, participar da aula. A contextualização é para Alfa o que falta para tornar a aprendizagem significativa para o aluno, a tecnologia e a Informática facilitam esta ligação, tornando mais simples a visualização das aplicações da Matemática.

Este é o viés para Omega, que faz um comparativo entre a construção de poliedros com canudinhos e barbante e a construção virtual. Para ele o uso de materiais concretos possibilitaria a observação das relações matemáticas, pois os estudantes conseguiriam manipular e girar os sólidos, mas eles são ciberalunos, se relacionam naturalmente com formatos digitais. Omega afirmou que o estabelecimento deste vínculo teoria e aplicação foi o saldo mais importante do projeto. Os alunos projetaram casas, pistas de skate, tudo com uso profundo de Geometria, vendo que tudo é Geometria espacial, tudo é o espaço.

- SE auxiliam na validação da teoria

A teoria Matemática tem valor preponderante na elaboração do roteiro de aulas. Alfa relatou que para resolver as questões propostas no Laboratório de Informática o aprendiz tinha que usar a teoria da sala de aula, pois sem tais conhecimentos a tarefa seria impossível de ser levada a cabo. Neste espaço o conhecimento teórico se reveste de mais sentido, pois as aplicações vão surgindo sucessivamente, uma após a outra, em experimentos que validam a teoria. Nas palavras de Alfa a perspectiva da aula digital após a aula convencional estimula o estudante, que sabe que terá uma “aula diferenciada”, onde ele verá que o que está nos livros ou anotado no seu caderno pode ser posto em prática. Forma-se um ciclo positivo, virtuoso, onde há conexão entre teoria e prática uma alimentando e retroalimentando a outra.

Além de apresentar a teoria Omega utilizou complementarmente a construção de planificações dos poliedros no papel, com desenhos, recortes e montagens, afirmando que são abordagens que proporcionam “elementos diferentes”. Determinadas limitações de disponibilidade de horário no Laboratório de Informática, levaram Omega a fazer um uso concomitante de desenhos no caderno, que posteriormente demonstrou ser útil no momento da avaliação.

- SE auxiliam na apresentação e trabalho com os conteúdos de forma lúdica

As respostas das entrevistas indicaram que o aspecto lúdico vinculado aos SE também são considerados relevantes pelos sujeitos da pesquisa. Alfa disse que alguns alunos relataram que “acharam a aula legal, diferente, divertida, dinâmica”, em que a situação foge daquela aula mais tradicional que diversas vezes se torna maçante, enfadonha e cansativa.

Omega disse, com bastante ênfase, que os estudantes gostaram muito do software (referindo-se ao Sketchup), logo no primeiro contato, muito pela distância que ele proporciona de uma aula tradicional, se tornando quase que um brinquedo nas mãos de cada indivíduo, que desenha, colore, troca os materiais e ainda, se desejar, importa uma variedade gigantesca de elementos do Armazém do Sketchup, um local onde as criações feitas pelos usuários são colocadas em um banco onde todos podem baixar e usar como melhor lhes convier.

- O uso de atividades apoiadas em SE permitem o estabelecimento de uma relação mais horizontal professor – aluno

As tecnologias na opinião dos sujeitos desta pesquisa abrem caminho para que uma relação mais horizontal se estabeleça. Uma confirmação deste pressuposto surge na informação de Alfa que os educandos trazem novas propostas, curiosidades, por conta própria, dando uma nova perspectiva a aula, em que sua contribuição induz a novos rumos, onde as barreiras da Matemática tradicional são quebradas e eles se tornam mais valorizados com sua opinião. Isto com que o professor assuma o papel de orientador, fazendo uma intermediação entre os saberes que os alunos trazem e os objetivos de sua disciplina.

Algo que chamou a atenção de Omega foi o fato de que muitos alunos se interessaram tanto pelo software, que na segunda aula já “sabiam tudo” do programa, ou seja, tiveram uma evolução no conhecimento que foi resultado de suas próprias iniciativas, e surpreenderam o professor com as novidades que trouxeram logo no segundo encontro sobre o tema. Alguns aprendiam rapidamente na aula mesmo, como exemplifica Omega, relatando que foi uma aluna quem lhe ensinou a desenhar esferas e cones no Skecthup, antes do curso.

A descoberta foi feita por causa da curiosidade, e pelo fato de que o jovem não tem medo de manipular os ícones que se apresentam no software para verificar o que acontece, conseguindo deste modo realizar várias descobertas. O entrevistado reconhece que muitos dos trabalhos apresentados tinham uma qualidade que ele mesmo não alcançaria e que muito do que foi descoberto foi fruto do que a turma conseguiu fora, através de seus próprios meios.

- Algumas Desvantagens do uso de SE

Uma das principais desvantagens de usar SE indicadas pelos sujeitos da pesquisa é o tempo demandado para organizar as atividades. Alfa destacou que o tempo que o profissional necessita para preparar e organizar aulas na Informática. Para executar um conjunto de atividades é preciso pesquisar, testar, adaptar Softwares é preciso que haja tempo disponível fora do horário em sala de aula – são necessárias horas específicas para planejamento – o que não é possível em muitos casos, em especial naqueles em que o professor tem uma carga elevada de

horas, ou que está comprometido com diversas escolas. Quanto ao tempo de planejamento Omega afirmou que deve ser feita uma análise, pois não adianta querer forçar o uso do SE, em certos momentos, em determinados grupos, ou em alguns conteúdos “talvez atrapalhe”, ao invés de facilitar.

Algumas turmas de acordo com Omega são “complicadas de se conseguir trabalhar”, numa alusão a problemas disciplinares que ocorrem em alguns grupos, e há uma pressão natural advinda do conteúdo do ano letivo, pois é preciso desenvolver este conteúdo, não havendo em determinadas situações espaço para experiências, pois o risco seria enorme. Aqui se apresenta uma questão de segurança do professor, que se sente diversas vezes, mais a vontade com os roteiros de aula com que conviveu desde o início de sua experiência escolar, e que são muito familiares, transmitindo uma sensação de estar seguro, com a situação sob controle, que aparenta ser importante para o entrevistado.

- Laboratórios deficientes nas escolas

Um problema bastante enfatizado por Omega foi quanto à praticidade do Laboratório de Informática. Em primeiro lugar está a má distribuição ou falta de alguns equipamentos, por exemplo, como na falta de um datashow no Laboratório, o que não permitiu que o grupo acompanhasse os exemplos e o roteiro apresentado em conjunto com a execução dos comandos no computador, não havendo na aula inicial uma interação sujeito – computador, sujeito – máquina.

Outra questão levantada por Omega é que os programas ficam instalados no servidor da escola, e quando havia o acesso de toda a turma a execução ficava lenta, prejudicando o desenrolar do trabalho. Para minimizar tal fato, os alunos baixaram o programa em seus computadores pessoais, realizando boa parte do trabalho em casa. Isto, na opinião de Omega prejudicou uma parte que julga relevante, a do desenvolvimento coletivo, com presença física e síncrona de todo o grupo.

Há um problema vinculado ao excesso de procura pelo espaço da Informática. Como na escola em que foi aplicada a pesquisa vários professores utilizam o Laboratório, a agenda está sempre lotada, causando problemas de continuidade no desenvolvimento do conjunto de aulas. A solução encontrada foi intercalar aulas com e sem computador, onde tentou-se discutir aspectos

dos projetos oralmente, com resultados que ficaram abaixo do que se esperaria caso todos os encontros fossem com o uso das máquinas.

Na concepção de Omega, o Laboratório de Informática da escola deve ser classificado como um Laboratório de levantamento de dados na Internet, pois esse tipo de atividades funciona bem no local. É importante que se faça uma ressalva quanto a esta afirmativa, pois programas que têm a maior parte de suas informações em servidores externos, como o Google Earth, funcionam razoavelmente bem, ainda que não rodem com a mesma velocidade de um computador pessoal. Omega informou que o colégio promoveu algumas modificações no fim do ano de 2010 para sanar ou minorar os problemas apontados, todavia ele ainda não havia tido oportunidade de testar os equipamentos para ter uma ideia do grau de melhoria alcançado.

- SE auxiliam a desafiar o aluno

Surge nas respostas de Alfa declarações do tipo que o professor através do uso dos recursos tecnológicos deve transformar o conteúdo da sala de aula em uma aula dinâmica, que explore ao máximo a curiosidade do aluno, e leve a formulação de desafios que instiguem a turma. Em outro trecho de seus depoimentos se encontra a noção que a aula na Informática deve ser formulada como uma expressão de um desafio para o educando, pois as turmas acham isso muito interessante.

Na opinião de Alfa isto estimula os indivíduos a uma superação, coloca limites que devem ser ultrapassados, em uma lógica semelhante a dos jogos de videogame, onde há fases que devem ser transpostas. Isto talvez tenha relação com o próprio perfil do professor de Matemática, alguém que gosta de resolver problemas, e que ao se deparar com uma questão mais complexa a enfrenta como um inimigo a ser derrotado. Omega também aprecia a idéia do desafio aos alunos, afirmando que propôs a turma o problema das cores, no qual faces vizinhas de um sólido não podem ter cores iguais, e eles devem ser pintados de acordo com esta obrigação com o menor número de cores possível.

- SE auxiliam a estimular a cooperação

As aulas na Informática servem, segundo Alfa, para proporcionar a cooperação entre os colegas, pois fica mais fácil encontrar as soluções necessárias em um esquema colaborativo. Além disso, há vantagens claras que surgem no relacionamento do grupo, caso se trabalhe, em conjunto com o conteúdo da Matemática essa parte da afetividade, do companheirismo, de auxílio ao colega com os monitores, o que torna as aulas mais harmônicas.

- SE auxiliam a estimular a curiosidade e a pesquisa

O professor deve instigar as turmas sob sua responsabilidade a buscar mais, a saber mais, a prospectar informações sozinho. A presença na aula de computadores com acesso a Internet deixa os portais da informação a frações de segundo dos estudantes, que aproveitam para navegar e se conectar as suas páginas prediletas. Com orientação do professor, é possível aproveitar a curiosidade que os estudantes têm. Segundo Alfa com o uso da Informática aflora em nossos estudantes “uma curiosidade... uma vontade de buscar mais”, e ir além do que foi visto na sala de aula. Alguns grupos buscaram informações novas sobre os temas propostos, e trouxeram novas curiosidades matemáticas e apresentaram para a turma.

Estas aulas coletivas no Laboratório são essenciais para motivar o grupo, de acordo com Omega, pois é um momento de exposição de idéias e é neste espaço que fluem as descobertas e as possibilidades se apresentam mais claras.

- SE auxiliam a desmistificar o estudo da Matemática

Alfa observa que um resultado relevante do uso das tecnologias digitais nas turmas faz com que o aluno não encare a Matemática como difícil de ser estudada, graças à possibilidade de verificação rápida das aplicações. Nas apresentações finais dos projetos do Sketchup da turma de Omega foram expressos de modo muito natural e simples conceitos como área, volume, vértice, aresta, em uma linguagem Matemática bastante clara, compreensível para o público do terceiro ano do Ensino Médio.

- SE auxiliam a respeitar a individualidade de cada aluno

Nem todos reagem de modo semelhante ao ser expostos as aulas com uso de tecnologias digitais, pois como afirmou Omega, enquanto uns trazem novidades e pesquisam novas possibilidades sozinhos, outros precisam de atenção e estímulo permanente. Isto se reflete na qualidade dos trabalhos, pois alguns foram excelentes, superando as expectativas, outros foram bons, outros não foram tão bons e ainda houve casos de não entrega de trabalhos, mas no balanço feito por Omega o número dos que gostaram das aulas foi maior do que o daqueles que não gostaram.

Neste momento é importante conhecer e respeitar a individualidade de cada educando, aceitando as diferentes posições e escolhas. No momento da avaliação, Omega resolveu que quem tinha mais facilidade, quem enxergava e produzia melhor no desenho, no papel, fez no papel, quem preferiu o usar o Sketchup pra fazer as figuras fez e depois imprimiu no Laboratório e entregou junto com a prova, e o professor tem “que aceitar isso, e valorizar isso”, sendo que é possível com uma turma o uso funcione bem e com a outra não tenha o mesmo efeito.

- SE e projetos

Entre os objetivos destaca-se a consciência de os projetos tem que estar em constante evolução, da mesma forma que um SE á aperfeiçoado também o profissional deve procurar aperfeiçoar a sua prática. Omega pretende dar continuidade ao projeto de uso do Sketchup, construindo mais questões matemáticas em torno das exigências das apresentações, que giraram em torno de volumes, mas que podem ser ampliados para cálculos sobre áreas, custos de materiais, questionamentos logísticos. Pode ser aperfeiçoado o próprio uso do software, pois o tempo de uso constante permite que se aprofunde o conhecimento das ferramentas e de outras idéias que possam ter sido concebidas pelos inúmeros usuários do programa.

- SE como apoio à Avaliação

Um aspecto relevante da entrevista foi o que versava sobre um possível uso de SE como instrumento avaliativo. Alfa informou que os trabalhos realizados através do projeto foram

usados na avaliação, entendendo que assim os alunos “tinham comprometimento”, pois pelo fato da tarefa ter uma pontuação, ter valor mensurável na nota “há responsabilidade com aquilo que foi solicitado”. Antes das idas ao Laboratório, Alfa deixou claro para a turma tudo o que deveria ser feito, o que seria cobrado, quais seriam os objetivos que deveriam ser atingidos, verificando depois que não houve displicência e havia comprometimento da turma com a proposta.

Omega também usou um SE como instrumento de avaliação. Na escola de aplicação do projeto a avaliação é feita por objetivos, assim foram propostos cinco objetivos, um por sólido, por exemplo, construção de pirâmides, construção de prisma, construção de corpos redondos. Na prova trimestral o aluno teve a opção de fazer as construções na forma digital, usando o Sketchup, ou em meio físico, usando papel, régua e lápis. Quem optou por usar o software, fez a prova no Laboratório de Informática.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A participação nesta pesquisa foi proposta a três professores do Ensino Fundamental de uma mesma escola particular, sendo que em um primeiro momento o convite foi aceito. No decorrer do trabalho, um dos participantes, aqui denominado Delta, não deu retorno aos telefonemas e mensagens eletrônicas, embora em alguns encontros presenciais continuasse afirmando que participaria. É razoável supor a partir desta atitude que Delta não tinha interesse no uso de SE, pois se não tinha desejo em participar da pesquisa bastaria ter informado em qualquer momento que julgasse conveniente. Após obter informações a respeito da situação profissional de Delta, o professor está em vias de aposentadoria, acredita-se que isto tenha influenciado seu procedimento evasivo, pois já não teria tanto interesse em aperfeiçoar sua prática.

Quanto aos outros participantes verificou-se que a formação inicial não correspondeu aos seus anseios. Viu-se que Alfa teve que ir atrás de informações sobre TIC em disciplinas oferecidas especificamente para Informática, tentando aprender algo sobre o tema, para posterior uso na sala de aula. Aqui se depara com uma característica relevante do professor usuário de Tecnologias Digitais - TD: como nem sempre o que é oferecido nos cursos de Licenciatura é o que o futuro profissional tem em mente para uso, ele busca o conhecimento de outras maneiras formais, em cursos, encontros, publicações e palestras e informais, como nas conversas com colegas e levantando dados sobre experimentos na rede.

O caso de Omega é semelhante, também fica explícita a insatisfação com o que foi oferecido na Graduação, todavia é possível perceber uma diferença no modo como este sujeito lidou com a disciplina voltada para o ensino de tecnologias. Omega tem uma idade consideravelmente menor do que Alfa, e o universo digital está inserido no seu ambiente desde a sua pré-adolescência, o que faz com que determinados programas como os aplicativos Word e Excel sejam de uso tão comuns para ele como uma calculadora é para Alfa. Para melhor análise dos desdobramentos desta constatação propõe-se o seguinte esquema o qual a nosso ver sintetiza a questão dos SE para uso educacional.



Figura 11 – Evolução do uso de Softwares pelo professor (fonte Giraffa, 2010)

Na primeira camada deste “bolo” estão os usuários que usam a Informática para elaboração de textos e planilhas, organizando as atividades letivas. O que se verifica neste caso é que a Universidade oferece fatias da primeira camada para indivíduos que chegam ao curso superior com amplo domínio das ferramentas deste nível, causando frustração aos estudantes que criaram uma expectativa e esperavam ir mais adiante, em um contato que ampliasse o seu conhecimento. No segundo degrau encontram-se os professores que tomaram conhecimento de softwares projetados especificamente com fins educativos e passam a usá-los nas suas aulas, seguindo as orientações dos projetistas destes SE. Na terceira camada estão os profissionais que criam situações didáticas a partir de programas de computador que foram desenvolvidos para outros fins, como o desenho arquitetônico ou lazer. O quarto patamar é o dos professores que propõem e participam da programação e construção de novos SE voltados para a aprendizagem, elaborados a partir das necessidades pedagógicas constatadas no exercício do magistério.

Organizar o tempo de modo a poder planejar as aulas com SE também é um elemento característico dos entrevistados. Viu-se que um dos problemas apontados para usar TD na escola é o tempo que o professor precisa dedicar para pesquisa, planejamento e organização das atividades. Dedicar este tempo não é empecilho para Alfa e Omega, que realizaram inúmeras atividades, com os mais variados SE, criaram instrumentos específicos de avaliação, discutiram seus projetos com colegas, participaram de cursos para se aprofundar no uso dos programas e

pretendem aperfeiçoar os projetos no ano de 2011. Quanto ao item disponibilidade e tempo os sujeitos desta pesquisa demonstram que é uma questão de prioridade, pois se o profissional pode definir um método de trabalho e organizar seu tempo de maneira que as atividades com tecnologias digitais sejam priorizadas e ele possa desenvolver o seu trabalho. Obviamente é preciso que o professor goste deste tipo de atividade e tenha convicção de que será útil no desenrolar do ano letivo.

Além de encontrar tempo para planejar estas aulas os sujeitos desta pesquisa também conseguem disponibilizar espaço no seu cronograma para formação continuada. Um é aluno de Mestrado e ou outro está se organizando para retornar a um curso de especialização e durante a realização da pesquisa, ao se deparar com um curso que lhe possibilitou aprimorar o uso do SE que estava usando, imediatamente se matriculou. A atitude destes professores demonstra uma tendência para que permaneçam atualizados, renovando seu conhecimento nas fontes que estiverem disponíveis. O estilo com que lidam com suas turmas, recolhendo e analisando dados sobre o desenvolvimento do projeto de uso dos SE mostra uma facilidade em trabalhar com elementos de pesquisa, o que contribuiu para o estabelecimento de uma percepção mais profunda dos acontecimentos da sala de aula, e em decorrência disto, torna mais fácil a implementação de práticas pedagógicas eficientes e de ajustes nos processos que vão se intercalando.

A Zona de Desenvolvimento Proximal Invertida que se estabelece na relação professor – SE – aluno não traz necessariamente conforto ao professor. No caso específico deste estudo verificou-se a dificuldade que Alfa e Ômega têm em lidar com o fato. Ambos deixaram transparecer muito receio de uma “perda de controle”, no sentido de ter de lidar com indivíduos que têm um conhecimento mais profundo da ferramenta em uso. O professor que decidir usar SE terá que enfrentar esta questão, pois aparenta ser comum os estudantes dominarem rapidamente as possibilidades dos Softwares, até porque geralmente têm mais tempo para dedicar ao tema e usufruem com qualidade de suas redes de contatos na web. Este temor pode ser substituído pela satisfação de verificar a evolução do grupo, que ao dedicar tempo e atenção para a execução da atividade proposta pelo professor está sinalizando que tal atividade é significativa.

A análise da subseção que versa sobre avaliação fornece subsídios para que se conclua que embora os professores que integraram o trabalho se mostrem favoráveis ao uso de SE, eles estão longe de manter uma postura ingênua, na qual basta levar a turma para o Laboratório de Informática e introduzir o computador na rotina para que o aluno se mostre automaticamente

interessado e participativo. Verificou-se no decorrer da pesquisa que os estudantes perguntavam com frequência qual era o valor daquele trabalho, se “valia nota”, se a tarefa fazia parte dos objetivos de avaliação que contavam para a aprovação no término do ano. Alfa e Omega garantiram o comprometimento das turmas fazendo com que as atividades tivessem um peso na composição das notas e conceitos, mostrando para as turmas que esta era parte tão relevante de seu aprendizado como as demais do ano letivo, integrando o escopo dos objetivos do ano letivo.

Em vários parágrafos das entrevistas lêem-se alusões à criação de desafios para os alunos. É possível que essa noção de formulação de questões que desafiem esteja ligada às próprias características dos professores de Matemática, habituados a buscar soluções de intrincados problemas, a desvendar enigmas. O sucesso de livros de Malba Tahan, como “O homem que calculava” há algumas décadas, com suas questões que divertiram e ainda divertem apreciadores da Matemática de todas as idades é um indício desta tendência, corroborada ainda pelas placas japonesas de desafios, e por outras publicações do gênero. Quem cursou Matemática sabe o prazer que sentem os alunos na busca de soluções para problemas de Cálculo ou de Álgebra Linear. Este gostar de desafios que faz parte da personalidade dos professores de Matemática reverbera nos hábitos de uma geração muito ligada nos *games*, onde o jogador enfrenta todo o tipo de situação desafiante para mudar de fase, para chegar a um novo patamar em que serão apresentados outros desafios que deverão ser superados.

A linguagem é na percepção do autor um dos pontos de maior relevância, pois como é pela linguagem que as relações sociais ocorrem, e a interação professor – aluno é uma relação social, que acontece em paralelo com outras interações, na própria escola e no convívio dos integrantes da turma nas outras esferas de relacionamento da qual fazem parte. Uma parte considerável destas relações se dá no virtual, nas redes sociais, nos *chats*, nas listas de discussão, na participação em blogs, nas mensagens instantâneas.

Neste espaço é relevante destacar que se transita numa zona em que os alunos estão amplamente familiarizados, o uso da Internet – instantânea, iconográfica, sonora e interativa. A ferramenta tem significado para a turma, acostumada com a navegação, com as redes sociais, com a troca de arquivos, com a colaboração *online*. O indivíduo se torna sujeito socialmente através de sua linguagem – entendida aqui como forma de expressão – que pode ser verbal, corporal, ou como neste caso, digital. O sujeito é para a sociedade o que esta percebe através do que é comunicado pela sua linguagem, o que pode ocorrer numa relação presencial ou em um

relacionamento virtual, na nuvem. O universo digital é pleno de significado para o jovem contemporâneo, pois faz parte do seu cotidiano, muito mais talvez, do que qualquer disciplina ministrada nas escolas.

Um educador não pode desconhecer o que acontece nesta área virtual, pois se ignorar tal fato não irá perceber uma parte considerável da personalidade do seu grupo. O professor tem o direito de não gostar desta forma de se relacionar, pode preferir o relacionamento presencial, e pode considerar que a aula expositiva ainda é o melhor método de ensino. Porém ignorar tais fatos não irá fazer com que o gênio retorne à garrafa, não vai afastar a humanidade da Internet, não vai tirar as pessoas da frente do computador. Alfa e Omega reconhecem a importância que a linguagem digital tem no cotidiano das turmas, e preferem adaptar suas aulas, trabalhando em consonância com o contemporâneo, em vez de simular uma pretensa modernidade e ter uma prática onde a hierarquia é rígida, e o ano letivo é planejado como se a escola estivesse isolada do mundo, numa bolha em que as conexões digitais não existem e que o mundo não está em cada tela ao alcance de um click.

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa identificam-se outros trabalhos podem contribuir para melhoria das questões/desafios envolvendo os professores de Matemática e os SE. Sugere-se os seguintes temas:

- Pesquisar, em outras comunidades escolares, se as características identificadas neste trabalho acontecem em outras realidades (escolas) e quanto destes resultados pode ser generalizado;
- Investigar o processo de escolha dos SE pelos professores de Matemática e de outras disciplinas a partir dos pressupostos aqui identificados.
- Verificar nos cursos de licenciatura como se desenvolvem as disciplinas voltadas ao uso de SE.

Acredita-se que este trabalho contribuiu para reflexão acerca da necessidade de atualizarmos a formação dos professores de Matemática numa perspectiva a interdisciplinar, especialmente no que se refere ao uso de tecnologias como elemento apoiador do trabalho na sala de aula presencial e também nos espaços virtuais, os quais cada vez mais se estabelecem como cenário para aprendizagem de nossos alunos.

9 REFERÊNCIAS

ADOBE SYSTEMS INCORPORATED. **Visão geral corporativa.** Disponível em <http://www.adobe.com/BR/aboutadob/pressroom/pdfs/profile.pdf>. Acesso em 07.09.2010.

ANTON, Howard. **Cálculo, um novo horizonte.** Porto Alegre: Bookman, 2006

ARRUDA, Elcia Esnarriaga; RASLAN, Valdinéia Garcia da Silva. **A implementação do Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo), no Brasil e no Estado De Mato Grosso Do Sul, no período de 1997 A 2006.** Disponível em: http://www.histedbr.fae.unicamp.br/acer_histedbr/jornada/jornada7/_GT2%20PDF/A%20IMPLEMENTA%C7%C3O%20DO%20PROGRAMA%20NACIONAL%20DE%20INFORM%C1TICA%20NA.pdf. Acesso em 09 de out. de 2009.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional.** Rio de janeiro: Interamericana, 1980.

BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani; ROCHA, Heloisa Vieira; MARTINS, Maria Cecília; D'ABREU, João Vilhete. **Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador.** In BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino a Distância. Programa Nacional de Informática na Educação. O computador na sociedade do conhecimento. Brasília: MEC, 1998, p. 45-69.

BARRA, Alex Santos Bandeira. **O Programa Nacional de Informática na Educação e a Formação de Professores em Goiânia.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação.** Porto: Porto Editora, 1994.

BOYER, Carl B. **História da Matemática.** São Paulo: Blucher, 1996

BORGES, Márcia de Freitas Vieira. **Diálogos com o futuro e respostas ao presente: políticas públicas para utilização da Informática no contexto escolar.**In: WIE Workshop sobre Informática na escola. XXVIII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2008, Belém. Anais eletrônicos... Disponível em <http://www.prodepa.gov.br/sbc2008/anais/pdf/arq0137.pdf>. Acesso em 8 de junho de 2009.

BRASÃO, Maurício dos Reis. **Logo – uma linguagem de programação voltada para a educação.** In: Cadernos da FUCAMP, v. 6, p. 55-76, 2007.

BRASIL. Decreto 6300 de 12 de dezembro de 2007. Disponível em <http://www.abmes.org.br/legislacao/2007/decretos.asp>. Acesso em 11 de out. de 2009.

BRASIL. Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação. Relatório da Gestão do FNDE/ exercício de 2007. Brasília: FNDE, 2008. Disponível em http://www.fnde.gov.br/home/index.jsp?arquivo=relatorio_atividades.html. Acesso em 11 out. de 2009.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, SEF, 1998.

BROWN, Gordon. The Internet is as vital as water and gas. **The Times**, Londres, 16 jun. 2009. Disponível em http://www.timesonline.co.uk/tol/comment/columnists/guest_contributors/article6506136.ece. Acesso em 16 de junho de 2009.

CAMPOS, Silmara Streit. **Mapeamento Da Informática Educativa Nas Escolas Municipais De Jaraguá Do Sul/Sc**. Dissertação (Mestrado em Educação) Centro de Ciências da Educação, da Universidade Regional de Blumenau – FURB, Blumenau, 2004.

CUNHA, Patrícia Freire Vieira da. **Uma investigação acerca do uso educacional do ambiente Second Life no ensino de Matemática**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, 2009.

CRESWELL, John W. **Research Design: qualitative & quantitative approaches**. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994.

DINIZ, Renato Eugênio da Silva; GABINI, Wanderlei Sebastião. Os professores de Química e o uso do computador em sala de aula: discussão de um processo de formação continuada. **Ciência e educação**, Bauru, v. 15, n. 2, p. 343 – 358, 2009.

ESPAÑA. Ministério de Educación. Instituto Superior de Formación y Recursos en Red para el Profesorado. Formación en red. **Nuestros referentes: proyectos, planes y programas**. Disponível em <http://www.isftic.mepsyd.es/formacion/enred/planes.php>. Acesso em 11 jun. de 2009.

FACULDADE DE CIÊNCIAS DE LISBOA. **Novas tecnologias na sala de aula - Contextualização histórica**. Disponível em <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2000/icm21/principal.htm>. Acesso em 11 jun. 2009.

FREIRE, Fernanda Maria Pereira; PRADO, Maria Elisabete Brisola. Projeto Pedagógico: pano de fundo para a escolha de um software educacional. In BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino a Distância. Programa Nacional de Informática na Educação. **O computador na sociedade do conhecimento**. Brasília: MEC, 1998, p. 87 - 97.

Geogebra. Disponível em <http://www.geogebra.org/cms/>. Acesso em 23 ago. 2010.

GIRAFFA, Lucia Maria Martins. **Uma arquitetura de tutor usando estados mentais**. 1999. 177p. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática – UFRGS, Porto Alegre, 1999.

_____. **Uma odisséia no ciberespaço: o software educacional dos tutoriais aos mundos virtuais.** Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 1, p. 1-13, 2009.

_____. **Ambientes Computadorizados de Ensino-aprendizagem.** Notas de Aula. MEDUCEM/PUCRS, 2010.

GOOGLE. **Página de diagnósticos de navegação segura.** Disponível em <http://www.google.com/safebrowsing/diagnostic?site=http://www.brasilecola.com/matematica/&hl=pt-BR>. Acesso em 21.07.2010.

GOOGLE. **Google Skecthup.** Disponível em <http://sketchup.google.com/>. Acesso em 01 jul.2010.

KAMPPFF, Adriana Justin Cerveira; MACHADO, José Carlos; CAVEDINI, Patrícia. **Novas Tecnologias e Educação Matemática. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação.** v.2 n. 2, p. 1-11 nov. 2004.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas.** São Paulo: Perspectiva, 1997.

LÉVY, Pierre. **O que é o virtual?** São Paulo: Editora 34, 1999(a).

_____. **Cibercultura.** São Paulo: Editora 34, 1999(b).

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MANDELBROT, Benoit. **Objetos fractais.** Lisboa: Gradiva, 1998.

MARTINS, Cátia Alves. **Formação do docente de Matemática imigrante digital para atuar com nativos digitais no Ensino Fundamental.** 2009. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Faculdade de Física, PUCRS, Porto Alegre, 2009.

MATTELART, Armand. **História da sociedade da informação.** São Paulo: Loyola, 2002.

MATURANA, Humberto. **Emoções e linguagem na educação e na política.** Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1998.

_____. VARELA, Francisco. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana.** São Paulo: Palas Athena, 2001.

MORAES, Maria Cândida. **Novas tendências para o uso das tecnologias de informação na educação.** Edutecnet: Textos, 1998. Disponível em <http://edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmcand2.htm>. Acesso em 01 de junho de 2009.

_____. LA TORRE, Saturnino de. Pesquisando a partir do pensamento complexo: elementos para uma metodologia de desenvolvimento eco-sistêmico. **Educação**. Porto Alegre, v.29, n.58, 2006. Porto Alegre. p. 145-172

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Ed. Unijui, 2007.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. DF: UNESCO, 2007.

_____. **O método v. II**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

NASCIMENTO, Raimundo Benedito. Investigações em Geometria via ambiente logo. **Ciência e educação** / programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – v. 10 n. 1 (2004). Bauru: Faculdade de Ciências, UNESP, 2004, p 1 -22.

NEVES, Regina da Silva Pina. **Aprender e ensinar Geometria: um desafio permanente**. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Programa Gestão da Aprendizagem Escolar – Gestar II. Caderno de teoria e Prática 3 – TP3: Matemática nas formas geométricas e na ecologia. Brasília: MEC, 2008, p. 55 – 63.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. **The Role of Technology in the Teaching and Learning of Mathematics**. Disponível em <http://www.nctm.org/about/content.aspx?id=14233>, acesso em 11 de jun. de 2009.

Pedagoguery Software. **Poly**. Disponível em <http://www.peda.com/poly/> . Acesso em 18 jul. 2010.

POLYDORO, Felipe. O futuro da Internet, por Pierre Levy. **Revista Amanhã (edição on line)**, nº 258, Outubro 2009. Disponível em: <http://www.amanha.com.br/NoticiaDetalhe.aspx?NoticiaID=dd4ae97a-cc4a-4739-b4ae-705d3b569f76>. Acesso em 30 de nov. de 2009.

PRENSKY, Marc. **Não me atrapalhe, mãe - eu estou aprendendo!** São Paulo: Phorte Editora, 2010.

SANTOS, Pricila Kohls; GIRAFFA, Lucia Maria Martins. Um novo olhar sobre a capacitação de professores a distância para inclusão digital. **RENOTE Revista Novas Tecnologias na Educação**. V. 8 Nº 2, dezembro, 2010.

SETTE Sonia Schechtman; AGUIAR, Márcia Ângela; SETTE, José Sérgio Antunes. **Formação de professores em Informática na Educação: Um caminho para mudanças**. Brasília: MEC, 1998.

V Congresso Iberoamericano de Cabri. Disponível em <http://www.iberocabri.org/index.htm>. Acesso em 15 set 2010.

SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE. **Sobre Scielo.** Disponível em: <http://www.scielo.org/php/level.php?lang=pt&component=56&item=1>. Acesso em 9 dez. 2009.

TAHAN, Malba. **O homem que calculava.** Rio de Janeiro: BestBolso, 2010.

VALENTE, José Armando. **Análise dos diferentes tipos de software usados na Educação.** In BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino a Distância. Programa Nacional de Informática na Educação. O computador na sociedade do conhecimento. Brasília: MEC, 1998(a), p. 71- 85.

_____. **Mudanças na sociedade, mudanças na educação: o fazer e o compreender.** In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino a Distância. Programa Nacional de Informática na Educação. O computador na sociedade do conhecimento. Brasília: MEC, 1998(b), p. 31-43.

_____. **Informática na Educação no Brasil.** In BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino a Distância. Programa Nacional de Informática na Educação. O computador na sociedade do conhecimento. Brasília: MEC, 1998(c), p. 11-28.

VEEN, Win; VRAKKING, Ben. **Homo Zappiens: educando na era digital.** Porto Alegre: ARTMED, 2009.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** São Paulo: Martins Fontes, 2003.

_____. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WIKIPÉDIA. **Second Life.** Disponível em pt.wikipedia.org/wiki/Second_Life. Acesso em: 04 nov. 2009.

WIKIPEDIA. **Instituto de Tecnologia de Massachusetts.** Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Instituto_de_Tecnologia_de_Massachusetts. Acesso em 9 dez. 2009

Apêndice 1

Softwares Educacionais e ensino de Geometria

A evolução da Informática levou a pesquisas que levaram a criação de ferramentas digitais com uso pedagógico. Um dos primeiros SE desenvolvidos exclusivamente para o ambiente escolar que obtiveram sucesso foi o LOGO. De acordo com Baranauskas, Rocha e Martins (1998) esta linguagem de programação foi desenvolvida por Seymour Papert, permitindo várias construções em que o controle do ambiente e, por consequência a construção do seu aprendizado está sempre nas mãos do aluno. Segundo Brasão (2007):

“... o Logo é uma linguagem simples e poderosa, capaz de ser utilizada por pessoas de qualquer idade. Nela, o aluno é quem controla todo o processo da maneira como ele deseja, não com padrões preestabelecidos pelo professor. No Logo, o aluno aprende princípios, técnicas e habilidades que o ajudam no aprendizado e na resolução de problemas. Com esta ferramenta, é possível criar simulações, animações, apresentações, jogos gráficos, textos, controlar dispositivos externos (robótica), com a vantagem de proporcionar a integração curricular. Outro aspecto importante é que, no ambiente Logo, o aluno aprende com o erro, o que lhe possibilita compreender por que errou e buscar uma nova resolução para o problema. O Logo procura resgatar o conhecimento por intermédio da interação do aluno com objetos do ambiente, o desenvolvimento espontâneo da inteligência e a aquisição de idéias intuitivas sobre um determinado conceito. Nessa ótica, a aprendizagem que decorrer do uso do Logo na educação é por exploração e por descoberta, sendo dado ao aluno, nesse processo, o papel ativo de construtor de sua própria aprendizagem.”

Uma das características marcantes do LOGO é a necessidade da programação para obtenção do resultado, que usa algoritmos simples e de fácil compreensão, possibilitando uma iniciação no universo da linguagem dos programadores. A metodologia proposta por Papert serve como base para projetos de pesquisa como os desenvolvidos pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação – NIED, da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. O NIED é responsável pelo desenvolvimento de vários aplicativos, dentre eles o SLogo. Este SE é baseado na linguagem Logo, permitindo que o usuário programe diversas construções, como figuras geométricas que proporcionam investigações sobre propriedades Matemáticas. Estas construções são realizadas a partir da tela inicial do SLogo, apresentada na figura:

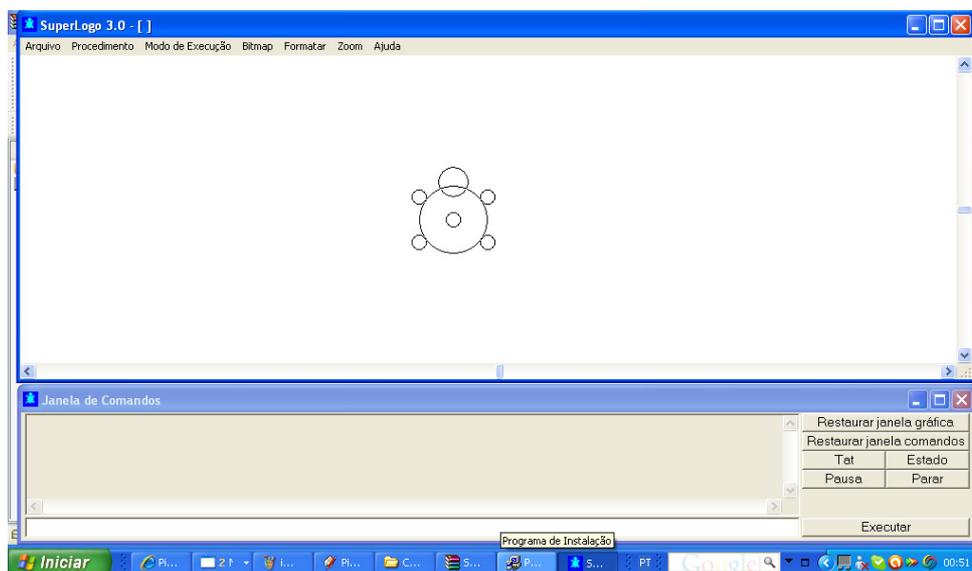


Figura 12: Inicial do SLogo

As pesquisas desenvolvidas na área permaneceram trazendo novidades que gradativamente foram sendo utilizadas por professores no ensino de Geometria. Programas como o Poly, o Cabri, e o Geogebra foram desenvolvidos com o fim específico de uso educativo, e outros, como o Google Sketchup, produzido para outras finalidades, como uso na arquitetura, foram sendo incorporados à rotina dos colégios.

A empresa canadense Pedagoguery Software é a responsável pela elaboração e distribuição do Poly. Os poliedros são os objetos digitais apresentados, divididos em: Sólidos platônicos, Sólidos de Arquimedes, Prismas e anti-prismas, Sólidos Johnson, Sólidos Catalães, Dpirâmides, Deltahedras, Esferas e Domos Geodésicos. Este SE tem uma interface bastante interessante, que chama a atenção desde o primeiro contato pelo colorido e pela extrema facilidade na execução da transformação da planificação em poliedros e poliedros em planificações, através do simples deslizar de um botão digital. O processo inicia com a escolha do tipo de sólido que será investigado, dentro os disponíveis no programa. O passo seguinte é realizar as transformações, investigando o processo de construção do sólido a partir da figura em duas dimensões, com demonstra a figura:

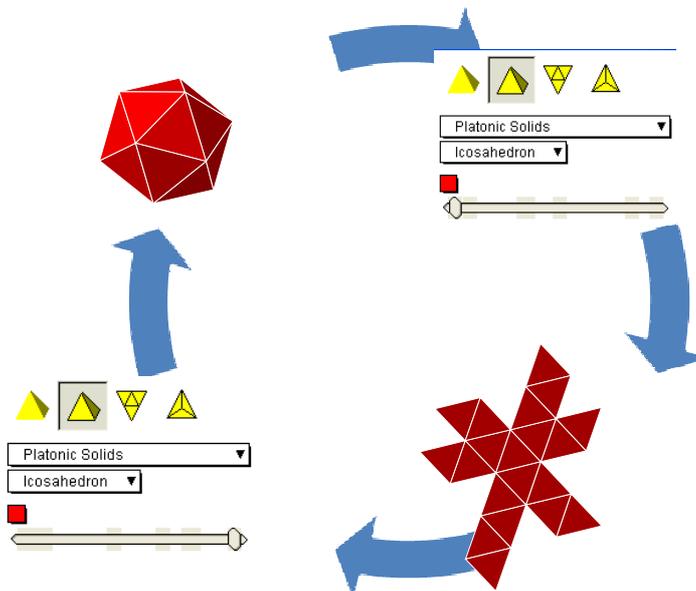


Figura 13: Transformações no Poly

O Cabry e o Geogebra permitem uma abordagem diferenciada, exigindo uma participação mais ativa nas operações que ocorrem na tela, pois a intervenção direta do usuário é necessária para que surjam na tela os elementos para o estudo.

O Cabri foi desenvolvido no Laboratório de Estruturas Discretas e de Didática da Universidade de Grenoble e torna possível elaborar na tela do computador figuras geométricas elementares a partir da régua e do compasso, ambos virtuais. Segundo seus criadores a possibilidade de movimentação e deformação dos desenhos é um dos pontos de destaque do SE, além da possibilidade de validação experimental de fatos matemáticos.

O uso deste SE é bastante difundido, havendo grandes eventos que reúnem os autores e executores de experiências realizadas em sala de aula para trocas de informações e atualização. Um destes encontros é o Congresso Ibero Americano de Cabri - Iberocabri, evento bienal, que reúne pesquisadores, professores e interessados no uso do SE. O primeiro congresso foi realizado em 2002 em Santiago do Chile, reunindo deste ano até 2010 professores da Argentina, Brasil, Chile, Espanha, México, Paraguai, Peru, Portugal, Uruguai e Venezuela. No Iberocabri são apresentados os relatos de experiência com a aplicação de projetos pedagógicos desenvolvidos com a plataforma.

O Geogebra é um programa criado por Markus Hohenwarter, da Universidade Jones Kepler, de Linz, na Áustria. Uma das vantagens do seu uso é que se trata de uma plataforma gratuita, que “combina Geometria, Álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo em um único sistema”. O Google Sketchup é um programa que apresenta muitas possibilidades de uso pedagógico. A interface permite uma visualização em três dimensões, passando uma noção de profundidade e de espaço, proporcionando uma visão do trabalho em qualquer ângulo desejado. Ele é eficaz na construção de uma ampla gama de edificações, servindo para investigação e análise das relações Matemáticas nos sólidos geométricos. Um professor que conheça ferramentas básicas do Sketchup pode aplicar um roteiro de aulas em um Laboratório de Informática, podendo ir desde aplicações como o estudo dos ângulos das medidas e das proporções, até a elaboração de materiais mais sofisticados, dependendo dos seus objetivos, do tempo disponível e do grupo com o qual trabalha.

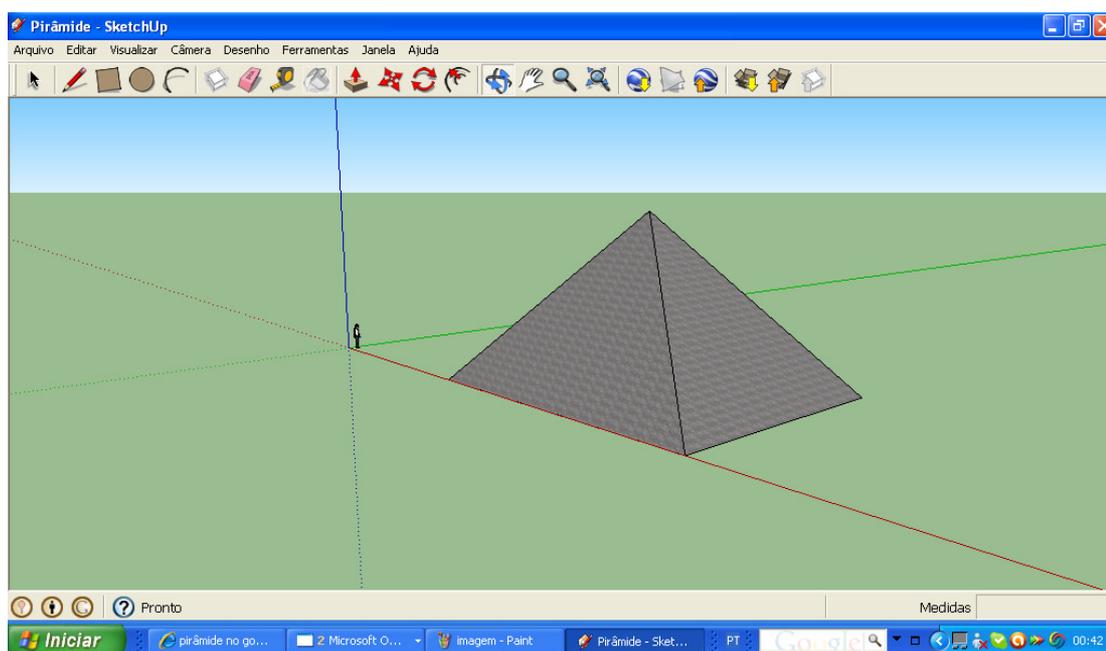


Figura 14: Pirâmide construída no Google Sketchup