

A Matemática do Squeak Etoys e Educação Matemática: uma perspectiva de Projetos de Aprendizagem.

Anuar Daian de Moraes

PPGIE/UFRGS

anuar_com_u@yahoo.com.br

Léa da Cruz Fagundes

LEC/UFRGS

leafagun@ufrgs.br

Eduardo Britto Velho de Mattos

CAp/UFRGS

eduardo.britto@ufrgs.br

ABSTRACT

In this paper presents a discussion about the influence of digital technologies in society and, consequently, in education. In the digital culture's context, will be a reflection about a digital inclusion of school or a inclusion of school in the digital culture. Thus, it is submitted Learning Project as a methodology that considers the needs of this digital culture. Thereafter, this methodology is problematized relative to development projects in the area of mathematics. Instead, suggests the use of the software Squeak Etoys in the classroom in order to foster the development of learning projects in mathematics. Finally are presented and analyzed a set data collected with a group of students from a Brazilian public school and are part of a phd's research that aims to investigate the development of logical reasoning through the use of Squeak Etoys.

Keywords

Squeak Etoys, learning Projects, Mathematic education, Digital Culture.

RESUMO

Neste artigo é apresentado uma discussão sobre a influência das novas tecnologias digitais na sociedade e, conseqüentemente, na educação. Nesse contexto de cultura digital, será realizada uma reflexão sobre a inclusão digital da escola ou a inclusão da escola numa cultura digital. Diante disso é apresentada a proposta de Projetos de Aprendizagem como uma metodologia que contempla as necessidades dessa cultura digital. Logo em seguida, tal metodologia é problematizada em relação ao desenvolvimento de projetos na área de matemática. Como alternativa para tal questão, sugere-se o uso do software Squeak Etoys em sala de aula com o objetivo de fomentar o desenvolvimento de projetos de aprendizagem de matemática. Por fim, são apresentados e analisados dados coletados com uma turma de alunos de uma escola pública federal e que fazem parte de uma pesquisa de doutorado (em andamento) que tem como objetivo investigar o desenvolvimento do raciocínio lógico através do uso do Squeak Etoys.

Palavras-chave

Squeak Etoys, Projetos de Aprendizagem, Educação Matemática, Cultura Digital.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais propõem um novo paradigma social e educacional, no qual as transformações – tanto nas formas de ser e viver, como na forma como nos relacionamos uns com os outros e com o conhecimento – ocorrem cada vez mais rápido. Para Fagundes, Sato e Maçada [4] “torna-se quase impossível planejar

e definir com antecedência o que deve ser aprendido e que competências são necessárias para habitar esse “mundo novo?”. Desde que esse “mundo novo” foi definido por Levi [9] como *ciberespaço* e, sua cultura, de *cibercultura*, diversas pesquisas foram desenvolvidas e, portanto, sabe-se que, nesse contexto da cultura digital, a exigência por sujeitos criativos, autônomos, cooperativos, capazes de interpretar e resolver problemas em diferentes situações não previsíveis foi potencializada.

Ao encontro dessa ideia, Veen & Vrakking chamam de *Homo Zappiens* a nova geração que nasceu e cresceu utilizando as tecnologias, portanto, o *Homo Zappiens* é a “geração da rede”. Para esses autores “aprendizagem é o processo mental pelo qual os indivíduos tentam construir o conhecimento a partir de informações, outorgando significados a elas” [23]

A instituição escola precisa adequar-se a tal contexto e, portanto, passar de um modelo baseado na reprodução de conhecimento (cultura industrial), para um modelo de produção de conhecimento (cultura digital). A ideia de uma educação cuja função seja a transmissão de informações e valores, na qual cabe ao professor a função de transmitir conhecimento, precisa ser ultrapassada. De acordo com Costa, Fagundes e Nevado [2], “é necessário, portanto uma proposta heurística e construtiva para a expansão das capacidades individuais e grupais [...]” (p. 02).

Nesse contexto, acredita-se que a concepção educacional construtivista atende às necessidades dessa nova cultura digital. Pois nessa perspectiva o conhecimento não é algo fixo e acabado, ele surge de um contexto de compartilhar e de um processo de reflexões sobre aquilo que se conhece e o que se quer conhecer.

Também é relevante ressaltar que não é a simples utilização dos computadores e das tecnologias digitais que garantem uma mudança educacional voltada ao desenvolvimento da autonomia e da criatividade dos indivíduos. O seu uso deve estar relacionado a uma proposta pedagógica que considere essas possibilidades.

Nesse sentido, diferenciam-se os termos *inclusão digital* (da escola) e *inclusão da escola na cultura digital*: o primeiro se refere apenas ao acesso às tecnologias digitais; já o segundo, a uma verdadeira mudança de paradigma educacional.

A proposta de projetos de aprendizagem, acreditamos, é uma estratégia pedagógica que pode promover essa mudança de paradigma educacional que, apoiada no uso das tecnologias educacionais, promova a construção de conhecimentos com autonomia e criatividade.

2. O QUE SÃO PROJETOS DE APRENDIZAGEM?

Um projeto de aprendizagem é uma pesquisa que é desenvolvida a partir de uma questão, problema ou algo que o aluno deseja conhecer melhor. Como estratégia para o desenvolvimento da pesquisa, o aprendiz é orientado, inicialmente, a construir uma tabela com as suas *dúvidas temporárias* e, para cada uma delas, suas *certezas provisórias*. Nesse contexto de construção de conhecimento, as dúvidas são temporárias, pois a intenção é que sejam respondidas durante as investigações. Por outro lado, durante esse processo as certezas iniciais do aprendiz podem se tornar novas dúvidas ou serem transformadas pelas novas descobertas, por isso elas são ditas provisórias.

O quadro de *dúvidas temporárias* e *certezas provisórias*, além de ser uma ferramenta que auxilia o aprendiz a organizar e planejar suas futuras ações na pesquisa, é uma representação dos sistemas de significações do aprendiz que traz importantes subsídios para o planejamento do professor. Batro [1] apresenta a definição de Piaget para significação que é um conjunto de ações que um sujeito atribui a um determinado objeto; já um sistema de significações é a união, a intersecção ou a estrutura de esquemas de ações que são aplicadas a este objeto nesta situação. Portanto, no sistema de significações de um sujeito estão incluídas suas crenças, experiências vivenciadas e conhecimentos, que podem ser científicos ou não.

Para o professor, no papel de orientador da pesquisa do aluno, tal quadro, como uma representação dos sistemas de significações do aprendiz, permite conhecer melhor as crenças, saberes, dificuldades e hipóteses que o estudante tem a respeito desse objeto em específico. Com isso ele poderá planejar as intervenções que auxiliem o aprendiz a construir as suas descobertas e tomar consciência dessas aprendizagens. Como ressalva, no entanto, Fagundes, Sato e Maçada [4] ressaltam que é importante respeitar e orientar a autonomia do aluno para que ele:

- Decida critérios de julgamento sobre relevância em relação a determinado contexto;
- Busque/localize/selecione/recolha informações;
- Defina/escolha/invente procedimentos para testar a relevância das informações escolhidas em relação aos problemas e às questões formuladas.
- Organize e comunique o conhecimento construído.

No entendimento desse trabalho, tal metodologia pretende manter aquilo que é mais precioso na educação (e que é cotidianamente posto de lado no atual sistema educacional): o desejo e a curiosidade de aprender cada vez mais. Nela o estudante deixa de ser “o sem luz” do iluminismo (ou a “tábula rasa” da cultura industrial) e passa a ser, desde o início, um sujeito que possui saberes anteriores e que é produtor de (seu próprio) conhecimento. Portanto é um sujeito ativo e responsável pela sua aprendizagem.

Por conseguinte, o trabalho com projetos de aprendizagem é uma prática educativa que procura diminuir um dos principais equívocos da educação, citado por Papert [16]: a demasiada

valorização do ensino e praticamente o esquecimento da aprendizagem. Diante desse fato, o autor afirma que a escola deveria desenvolver mais práticas que visem favorecer a aprendizagem de seus estudantes e, assim, procurar equilibrar a “balança” entre o ensino e a aprendizagem. Em tal afirmação, identifica-se uma convicção de Papert que vai ao encontro com a ideia expressa por Freire [6] quando diz que não há ensino sem aprendizagem e que não há aprendizagem sem ensino. Portanto, ambos evidenciam a interdependência entre os processos de ensino e aprendizagem.

Por outro lado, infelizmente, é comum ouvir de professores falas como “eu ensino, mas eles não aprendem”. Tal fala é muito significativa, pois expressa uma crença behaviorista de que se o professor apresentar o conteúdo da maneira mais adequada (respeitando uma sequência pré-definida, dentro de um determinado tempo e utilizando os melhores recursos didáticos) o aluno irá aprender. Ou seja, o conhecimento se dá de “fora para dentro”, do meio para o sujeito. Dito de outra maneira: ele é colocado no aluno pelo professor, como se fossem os depósitos da educação bancária citada por Freire [6] e que segundo este autor “deforma a criatividade”. O próprio autor pensava que se deveria substituir o ensino bancário por práticas que valorizem a criatividade do aluno, tais como, a proposta apresentada neste trabalho.

Nesse sentido, autores como Papert [16], Freire [6], Veen & Vrakking [23] colocam o desenvolvimento da criatividade como algo imprescindível para educação. No livro *Brincando com Robôs*, Lopes [10] identifica e ressalta a proposta de Piaget “que se pense a criatividade a partir da ideia de construção e reconstrução do conhecimento, e que este é um processo que se dá a cada geração e em cada indivíduo” (p. 24). Assim, a criança cria o mundo à medida que constrói (e reconstrói) o conhecimento, à medida que interage com aquilo que quer conhecer.

Pretende-se ainda chamar a atenção para o significado de aprendizagem para Piaget [19]. No sentido estrito (*stricto sensu*), a aprendizagem é o resultado do processo de construção do conhecimento, ou seja, é adquirido em função da experiência – seja física, lógico-matemática ou de ambos – e que se desenvolve no tempo, portanto é mediata e não imediata. Já no sentido amplo (*lato sensu*) são aquelas que não se devem à experiência, mas de aquisições devidas a um processo dedutivo de nível operatório e independentes da experiência, mas sim dos processos de equilíbrio.

Sendo assim, em uma perspectiva piagetiana, as concepções de criatividade, aprendizagem e conhecimento estão inter-relacionadas ao desenvolvimento da inteligência, bem como do raciocínio lógico-matemático na aprendizagem e na criatividade.

Na proposta de projetos de aprendizagem, a aprendizagem é considerada de acordo com essa perspectiva de criação, construção, experiência e interação, com foco no processo de equilíbrio do estudante, como estudado por Piaget [16].

A prática de projetos de aprendizagem, possibilita que em uma turma de trinta estudantes, existam trinta pesquisas diferentes. Contudo, tais estudantes serão agrupados por assuntos afins, de modo a formar pequenos grupos de pesquisa com objetivos solidários. Segundo Fagundes [et ali] [5] o trabalho com projetos

para aprender pode favorecer a aprendizagem de cooperação, as trocas recíprocas e respeito mútuo entre os estudantes. Para os autores, o foco da aprendizagem não é o conteúdo formal descontextualizado, mas “a proposta é aprender conteúdos, por meio de procedimentos que desenvolvam a própria capacidade de continuar aprendendo” (p.30). Sendo assim, essa situação propicia o desenvolvimento de novas competências tanto do quadro conceitual do sujeito, de seus sistemas de valores e de suas condições de tomada de consciência [18].

Além disso, tal modelo contempla uma organização escolar interdisciplinar em função da curiosidade e do interesse do estudante, portanto assume oposição entre a disciplinarização do conhecimento criticada por Morin [14] – em que os saberes são separados e compartimentalizados – e procura realidades ou problemas cada vez mais polidisciplinares, transversais etc.

Dessa forma, o papel do professor e do estudante também deve se transformar, segundo Fagundes, Sato e Maçada [4]: o professor cabe a função de promover a aprendizagem, estimular o diálogo, provocar a emergência de situações de dúvidas (desequilíbrios) e apoiar as reconstruções (novos conhecimentos). Ao aluno cabe uma postura ativa. A ele cabe experimentar, compartilhar, criar, interagir para compreender.

Como a pedagogia de projetos foi desenvolvida por John Dewey no início do século XX é comum que haja confusões e indiferenciações entre diferentes propostas existentes. Neste trabalho será apresentado as diferenças entre projetos de ensino, de trabalho e de aprendizagem que estão presentes nos estudos de Mattos [11] e Fagundes, Sato e Maçada [4]. Pensa-se que a primeira diferenciação importante nessas propostas diz respeito à pessoa que propõe a pesquisa. Como frequentemente observado nas escolas, nos projetos de ensino a pesquisa é desenvolvida a partir de uma questão ou conteúdo determinado arbitrariamente pelo professor e, geralmente, faz parte do currículo formal da escola. Em contraponto a tal proposta, nos projetos de aprendizagem a pesquisa é desenvolvida a partir da curiosidade e do desejo de cada estudante. Já nos projetos de trabalho, defendido por Hernández e Ventura [7], um grupo de alunos e professores determinam uma série de assuntos a serem pesquisados; logo em seguida há um momento para argumentação, seleção, exclusão e, por fim, uma votação para eleger um tema que será desenvolvido por todo o grupo.

Como foi visto, a autoria do projeto define, de início, diferenças estruturantes entre as três propostas. É possível ver o desenrolar desse fato na tabela abaixo, construída por Mattos [11]

Tabela 5. Diferenças entre projetos de ensino, trabalho e aprendizagem.

	Projetos de Ensino	Projetos de Trabalho	Projetos de Aprendizagem
Autoria	Professor,	Turma de	Alunos e

Quem escolhe o tema?	coordenação pedagógica	alunos e professores por argumentação, seleção, exclusão e votação	professores, individualmente, e em cooperação.
Contextos	Arbitrado por critérios externos e formais.	Trabalhos e temas precedentes e propostas de professores.	Realidade de vida dos alunos.
A quem satisfaz?	Arbitrio da sequência de conteúdos do currículo.	Interesse do professor e da maioria dos estudantes.	Curiosidade, desejo e vontade do aprendiz.
Decisões	Hierárquicas.	Oscilam entre hierárquicas e heterárquicas.	Heterárquicas
Definições de regras, direções e atividades.	Impostas pelo sistema, cumpre determinações sem optar.	Elaboradas pelo grupo, consenso de alunos e professores.	Elaboradas pelo grupo, consenso de alunos e professores.
Paradigma	Transmissão de conhecimento.	Construção de conhecimentos.	Construção de conhecimentos.
Papel do professor	Agente.	Oscila entre agente e orientador.	Estimulador/ orientador.
Papel do aluno	Receptivo.	Oscila entre receptivo e agente.	Agente.

Vale ressaltar que a proposta de projetos de trabalho representa um grande avanço em relação aos projetos de ensino, visto que seu paradigma educacional é a construção de conhecimento. O conteúdo curricular é construído a partir dos interesses dos estudantes e, conseqüentemente, visa a combater a fragmentação e hierarquização dos conteúdos. Além disso, segundo Hernández e Ventura [7] tal metodologia promove no estudante a consciência da responsabilidade sobre a sua própria aprendizagem.

Apesar de tais semelhanças com os projetos de aprendizagem, Mattos [11] cita algumas diferenças significativas entre as duas propostas:

A escolha desse tema e a formulação das perguntas, no entanto, não se dá individualmente pelos alunos, mas pela turma inteira pelo professor, o que significa, muitas vezes o privilégio dos interesses de alguns em detrimento de outros. [...] Os Projetos de Aprendizagem, portanto, ao considerar e aceitar as propostas de todos os alunos – sem seleção ou exclusão – configuram-se em um avanço em relação aos Projetos de Trabalho e trazem efetivamente o aluno – seus interesses, anseios, curiosidade e desejos – para a escola. (p. 51-52)

Outra diferença significativa apontada por Mattos é que é possível trabalhar com matemática (de forma contextualizada) em qualquer pesquisa desenvolvida no âmbito dos projetos de aprendizagem. Porém o mesmo não ocorre nos projetos de trabalho, que segundo Hernández e Ventura, “os temas dos projetos de trabalho costumam corresponder, como já disse, às Ciências Sociais e Naturais” [11].

3. PROBLEMATIZANDO OS PROJETOS DE APRENDIZAGEM

A partir da experiência com projetos de aprendizagem em diferentes locais – formação de professores no ECSIC [4], nos projetos AMORA [3], PIPA [13], PIXEL e Colméia[11], nas oficinas da fundação Pensamento Digital e em escolas de educação básica - os autores deste trabalho observaram que alguns projetos de aprendizagem desenvolvidos restringe-se à construção de páginas (html, wikis, etc). Tal restrição promove uma pesquisa estritamente bibliográfica (em livros e sites), deixando de explorar diversos recursos interessantes que enriqueceriam e qualificariam o projeto e a aprendizagem do estudante.

Tem-se como hipótese que isso é consequência de uma visão por vezes estática da proposta de projetos de aprendizagem. Uma alternativa para superá-la, é incorporar novas formas de projetos. Por exemplo, a criação de um grafite, um filme, uma animação, um jogo eletrônico, uma peça de teatro, a própria robótica etc. pode ser um projeto de aprendizagem. Sabe-se que muitas dessas atividades já são desenvolvidas nas salas de aula de muitas escolas, no entanto comumente são desenvolvidas seguindo os princípios dos projetos de ensino, em que o professor determina o tema e os estudantes executam uma série de ações pré-determinadas e organizadas pelo professor.

Para que essas atividades escolares possam ser consideradas um projeto para aprender, primeiramente é necessário que os estudantes tenham o direito de decidir o tema de sua produção. Logo em seguida é preciso adicionar a ela a ação de *projetar*, isso para que o estudante reflita sobre o que ele deseja realizar, o que já sabe e o que precisa aprender. Claro que podemos utilizar diversos instrumentos que auxiliem os estudantes a organizar e planejar suas ações futuras. Nesse sentido, a construção do quadro de *dúvidas temporárias* e *certezas provisórias* pode ser utilizado, assim como DUTRA [3] utiliza mapas conceituais, ou Lopes [10] utiliza as atividades de *design* desenvolvidas por Resnick e Ocko [19] em projetos de robótica. O fundamental é que esses instrumentos sirvam como uma representação dos sistemas de significação dos estudantes e também auxiliem o professor a conhecer as crenças, saberes, dificuldades e hipóteses do estudante sobre objeto investigado. Dessa maneira, ele poderá planejar intervenções que auxiliem o aprendiz a construir as suas descobertas e tomar consciência dessas aprendizagens.

Nessa perspectiva, essa pesquisa assume como hipótese que se pode potencializar a aprendizagem de matemática a partir de projetos de aprendizagem, em especial quando estes estão ligados à criação de jogos eletrônicos, animações, simulações, etc. através de softwares que utilizam linguagens de programação voltadas para crianças. Dessa forma, investe-se numa proposta de uso do software Squeak Etoys com a intenção de promover a aprendizagem de matemática.

Vale ressaltar que a escolha desse software, além das razões pedagógicas discutidas neste trabalho, se deu em função de ser um software livre e de estar presente nos laptops que foram distribuídos à escolas da rede pública no projeto UCA e no software do sistema XO no projeto OLPC de Nicolas Negroponte, o que contribuiu para a formação de diversos grupos de investigação no mundo.

4. O SQUEAK ETOYS

O Squeak Etoys (<http://www.squeakland.org/>) é um ambiente de autoria multimídia e um sistema de programação visual que foi inspirado na filosofia Logo de Seymour Papert. Uma boa maneira de apresentá-lo é explorando um pouco sua página inicial.

Figura 1: Tela inicial do Squeak Etoys



Na figura 1 observa-se a tela inicial do Etoys, ao abri-la vemos o carro se locomover sem parar e mudando de direção quando esbarra nas três nuvens. As três nuvens são botões que levam respectivamente a duas galerias, uma de tutoriais outra de projetos desenvolvidos, e a um novo projeto.

A área cinza clara da tela (local onde o carro se desloca) é chamada de mundo, que é o palco onde os objetos realizarão suas simulações, animações etc. Já na parte superior há um menu preto fixo com uma série de funções (abrir, salvar, fechar etc.) e outras ferramentas como editor de imagens. Na imagem acima, no mundo, ainda há uma janela verde chamada *script*, que é o local onde se faz um roteiro de comandos que definem a ação do objeto, ou seja, em que se constrói o algorítmico de programação. Neste caso, o *script* faz o carro se movimentar somente na parte cinza.

Mas como pode-se programar um objeto?

Figura 2: Menu de programação do objeto carro



Basta clicar com o botão direito do mouse em qualquer objeto que está no mundo. Feito isso, o programa abrirá uma conjunto de ícones em volta do objeto, que formam um menu que contém as ferramentas necessárias para programá-lo, duplicá-lo, apagá-lo, editar sua aparência etc. Na figura 2 pode-se observar tal menu em volta do carro.

Contudo, uma das propriedades mais interessantes do Squeak Etoys é a possibilidade de programar qualquer objeto. Como mostra a figura 3, com um simples clique pode-se editar cada uma das nuvens (que nesse projeto são botões). Através do mesmo menu, se têm acesso fácil ao *script* que contém a programação por trás deste botão e o usuário pode modificá-lo quando quiser.

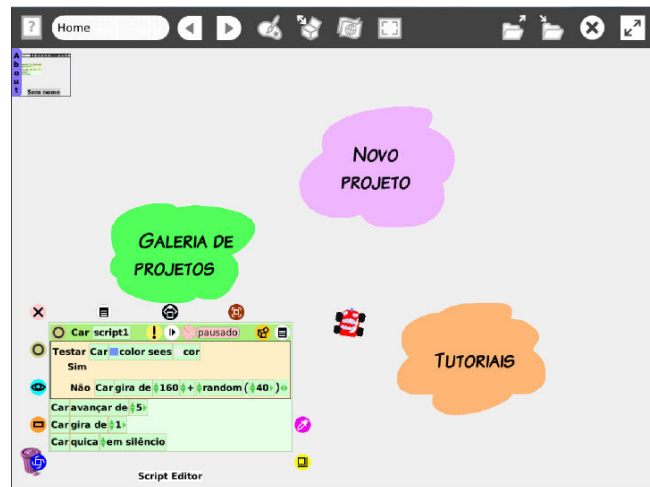
Figura 3: Menu do objeto Tutoriais



Isso significa dizer que tudo que aparece no mundo é programável, tudo mesmo: um texto, uma equação, uma linha, um retângulo são objetos ou até mesmo uma tela de *script*. Como no exemplo da figura 4, pode-se ver que o menu está em volta da tela de *script* do carro. É muito interessante observar a reação das crianças quando elas se dão conta dessa possibilidade. Geralmente isso ocorre sem querer e espontaneamente, com a intenção de movimentar o carro, elas programam sem perceber a tela do *script*

ao invés do *script* do carro; ao executá-lo, ficam surpresas ao ver a tela do *script* girando ou “andando” pelo mundo.

Figura 4: Menu do objeto Script3 do carro



Nessa breve descrição da tela inicial do Squeak Etoys observam-se algumas das características mais importantes. O fato de tudo ser um objeto programável indica o seu paradigma de programação: que é a programação voltada a objetos. Portanto, ele explora a ideia de que um programa de computador simula um mundo real, no qual vivem múltiplos objetos que se comunicam entre si.

Pode-se classificar o Etoys como um micromundo, segundo Niquini [14] um micromundo apresenta um conjunto de elementos primitivos que permite a produção de diferentes efeitos a partir de sua combinação. Menezes [12] explora a analogia de Rieber [21] o micromundo é como um “conjunto composto de um balde de areia e pás usado numa praia, pois a criança não precisa ser treinada para brincar com tais elementos”. Dessa forma Menezes [12] afirma que “O aprendiz pode até explorar ideias e conceitos mais complexos deste domínio, mas sempre de forma crescente a partir de primitivas”. Dessa maneira, todos os autores afirmam que os softwares que assumem o paradigma de micromundo – assim como Allan Kay [8] em relação ao Etoys – favorecem a aprendizagem de representações mais simples de uma realidade. Teixeira [22] comenta que com o Etoys “pode construir-se um Mundo destinado a experimentar, analisar, refletir e tirar conclusões e pode gerar-se informação e testar a sua apropriação por outros” (p. 86).

5. CONCEITOS DE MATEMÁTICA NO ETOYS

A experiência piloto que se pretende analisar nesta pesquisa foi realizada durante 16 semanas, em encontros semanais de dois períodos, nas aulas de matemática de uma turma de oitava série do Ensino Fundamental com trinta estudantes com idades entre 13 e 14 anos. As atividades foram realizadas sob a coordenação de dois professores de matemática (um deles o professor regular da turma) e um psicólogo, todos preocupados em planejar atividades e orientar os estudantes ao longo das suas construções. Além disso, é importante ressaltar que a escola integra o Projeto Um

computador por Aluno (UCA/RS) [24], portanto cada estudante tinha o seu computador e poderiam desenvolver as atividades em grupo ou individualmente.

Foi possível presenciar uma série de projetos que possibilitavam a aprendizagem de conceitos de matemática. Ainda como estudo piloto, não foram desenvolvidos a ponto de investigar a sistematização dos conceitos e conteúdos desenvolvidos. Observou-se, nesse sentido, que, sendo um software novo para os estudantes, foram necessários muitos encontros destinados especialmente à apropriação das ferramentas do próprio Etoys

Abaixo serão apresentados alguns projetos realizados pelos estudantes e um conjunto de conceitos e conteúdos de matemática possibilitados por eles.

5.1 Avião na Pista

O estudante A desenvolveu uma simulação de um avião decolando no aeroporto. Esse estudante, pôde-se observar, sente prazer em desafiar-se e, com isso, buscar resolver problemas, dentre os quais os de matemática e ciências. Enquanto muitos colegas se dedicavam a explorar os software e alternavam projetos, o estudante elegeu, desde os primeiros encontros, o seu principal foco de estudo. Sendo assim, ele incrementava seu projeto a cada nova descoberta.

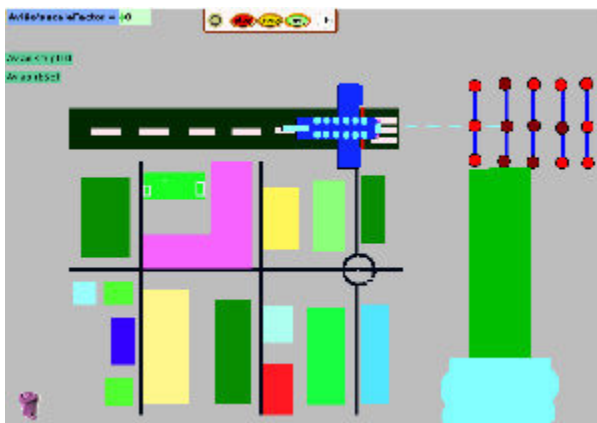
Tal fato torna esse um interessante projeto para análise, tendo em vista que mesmo no estudo piloto o projeto pôde ser desenvolvido e discutido com mais tempo e profundidade.

O estudante utilizou animações pré-construídas no Etoys para fazer as luzes ALSF (Approach Lighting System with Sequenced Flashing Lights) que é um conjunto de luzes estroboscópicas que ficam localizadas antes da pista. Nesse projeto em específico estão no final da pista.

As demais animações de seu projeto, porém, são simulações de movimentos a partir da variação de sua posição na tela do computador. Tal simulação pode ser dividida em três momentos:

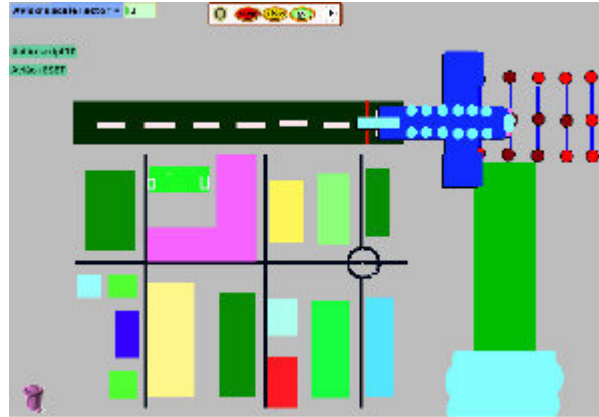
1. O avião movimenta-se horizontalmente durante o comprimento da pista (figura 5). Para isso ele desenvolveu o “script4” (figura 8).

Figura 5: Animação Avião na Pista – movimento horizontal



2. Depois do final da pista o avião aumenta sua velocidade e suas dimensões aumentam segundo um fator de escala, assim simula o ganho de altitude (figura 6). A programação envolvida está representada nos “script4” e “script7” (figura 8).

Figura 6: Animação Avião na Pista – altitude



3. Para finalizar, a aeronave faz uma curva e segue voo (movimentando-se verticalmente) até sumir na nuvem (figura 7). O algoritmo se encontra nos “script6” e “script9” (figura 8).

Figura 7: Animação Avião na Pista – curva

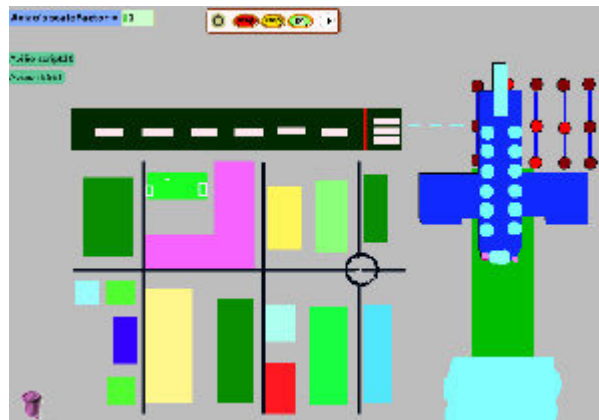
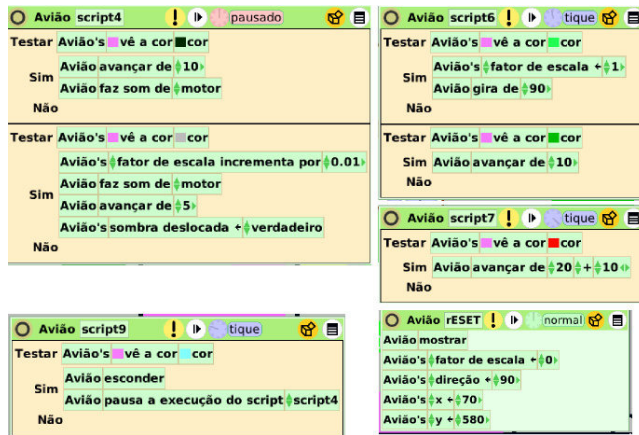


Figura 8: Animação Avião na Pista – Scripts



Essa a animação é fruto, então, de uma composição de *scripts*, cujas ações são coordenadas entre si. Claro que, de início, a decomposição dessa simulação em três etapas e os *scripts* necessários para compô-la, não eram conscientes para o estudante. Elas foram consequência de um processo de construção, repleto de desequilíbrios, equilibrações e tomadas de consciência, a qual foi desenvolvido e organizado pelas diversas ações que o estudante realizou ao longo do projeto.

Sendo assim, pode-se afirmar que o primeiro desafio que o estudante A enfrentou após idealizar tal projeto foi a criação do efeito da decolagem. Com a intervenção de um dos professores, o estudante passou a explorar os comandos que estavam nos menus “geometria” e “mais geometria” do Etoys. A partir disso, o estudante realizou uma série de experimentações interessantes para obter tal efeito.

Primeiro começou a explorar incrementos nos comandos que modificam o comprimento e a largura do objeto. Porém ficou surpreso ao perceber que tais modificações deformavam a forma do objeto. Esse desequilíbrio possibilitou uma tomada de consciência que o fez concluir que o comprimento e a largura precisavam crescer simultaneamente a partir de uma relação que mantivesse a proporção entre as duas dimensões. Nesse momento, com a intervenção do professor, o estudante passou a utilizar o comando chamado “Fator de Escala”. Vale ressaltar que o estudante precisou diferenciar os tipos de transformações possibilitadas pelo fator de escala, pode se utilizar tal comando para: (a) definir um valor fixo de escala, (b) incrementar/decrementar a escala segundo um valor constante e (c) multiplicar a escala do objeto a partir de um valor constante. O segundo promove um crescimento linear de suas dimensões, enquanto que o terceiro, um crescimento exponencial.

A partir dessa descoberta, seria interessante pedir ao estudante para produzir um material que explicasse como funcionava o comando “fator de escala” e, em seguida, que discutir como a matemática explica essas transformação. Com isso o estudante teria uma oportunidade de sistematizar esses conceitos ao mesmo tempo que constrói uma aplicações para os conceitos em diferentes contextos.

Após conseguir o efeito da decolagem desejada, os desafios que o estudante colocou e enfrentou foram: limitar o crescimento do avião e fazê-lo voltar ao seu tamanho original. Para o segundo, um dos professores apresentou o botão *Reset* que poderia ser

programado para redefinir o objeto para as suas dimensões originais. Limitar o crescimento do objeto, porém, levou bastante tempo, constituindo-se em um desafio para o estudante e professores.

É possível ver, na figura 8, que o botão *Reset* ficou “recheado” de comandos que definem o estado inicial do avião na simulação. Esses comandos determinam: sua direção inicial, sua posição inicial (através das coordenadas x e y) e o fator de escala inicial. O comando “mostrar” faz o objeto ficar visível novamente (já que ele desaparece nas nuvens no fim da simulação).

Isso indica que o estudante A, no final da experiência, estava começando a utilizar o sistema de coordenadas de cartesianas na sua programação. Avalia-se que isso é consequência das intervenções realizadas ao propor atividades com o jogo de Labirinto, que envolvia o uso de coordenadas. Por outro lado, a análise de seus *scripts*, indica que foi um fato isolado, já que ele não utiliza o sistema de coordenadas cartesianas na programação dos demais movimentos do avião. Diante disso, questiona-se o motivo desse fato. O tempo reduzido da proposta, o interesse do estudante e as intervenções realizadas são fatores que precisam ser investigados. Inicialmente, acredita-se que nesse momento seria interessante uma intervenção do professor que levasse o estudante a problematizar se o uso de coordenadas poderia modificar, de modo a melhorar, algum dos outros *scripts*. Com isso, o desequilíbrio que levou à tomada de consciência sobre o uso de coordenadas cartesianas poderia ter seus efeitos ampliados, bem como levar uma discussão sobre sistemas coordenados.

O desenvolvimento do projeto “Avião na Pista” indicou, então, a necessidade e possibilidade de desenvolver os conceitos de matemática relativos a:

- Proporcionalidade de figuras planas;
- Escalas e fator de escalas;
- Sistema de Coordenadas cartesianas;

5.2 Dança das Mimosas.

Outro exemplo interessante de projeto que propiciou a aprendizagem de conceitos de matemática foi proposto pela estudante B que, motivada em fazer animações quadro a quadro, fez uma divertida animação intitulada “Dança das Mimosas”. Nela havia a animação de um relógio analógico. Tendo essa animação como referência, sugeriu-se que ela criasse uma simulação de um relógio, com os movimentos dos ponteiros sincronizados com o relógio de seu laptop.

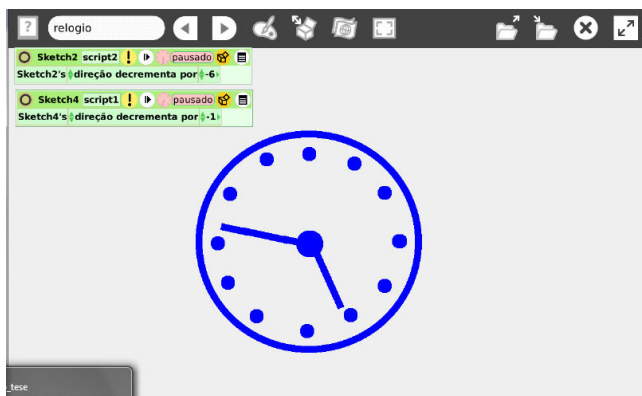
Figura 9: Dança das Mimosas



Ao aceitar tal desafio, a estudante passou as duas semanas seguintes pensando em como realizar tal simulação. Sua primeira dificuldade foi ultrapassar sua visão estática entre os três ponteiros do relógio, visto que na animação quadro a quadro ela desenha os três em uma posição estática que era variada ao longo dos quadros.

Com o objetivo de agilizar a produção da estudante, os professores poderiam ter ensinado a aluna a criar cada ponteiro como um objeto independente e como animá-los. No entanto, optou-se por não direcionar suas ações, mas permitir que a estudante tomasse consciência dessa necessidade para resolver o seu problema. Essa intervenção, possibilitou, então, a criação da estudante sobre os ponteiros do relógio. Logo em seguida, a estudante B começou a trabalhar no movimento individual dos ponteiros das horas e dos minutos e, em um segundo momento, na relação dos movimentos entre eles, como indicado na figura 10.

Figura 10: Dança das Mimosas – relógio



Entende-se que deste ponto em diante o problema deixa de ser de programação e passa a ser essencialmente de matemática, pois a relação entre os movimentos dos ponteiros é uma relação matemática. Infelizmente, não houve tempo hábil para a aluna concluir a animação do relógio. No entanto, esse projeto indicou a possibilidades de desenvolver os seguintes conceitos comuns à matemática e à física.

- Ângulos;
- Movimento Circular;
- Proporção nos movimentos circulares: (período, frequência);
- Velocidade angular;

É válido evidenciar que os movimentos circulares, no currículo tradicional, é um conteúdo do segundo ano do Ensino Médio específico da Física, portanto é ensinado como se fosse desvinculado da matemática. Entretanto, as razões matemáticas envolvidas nesse tipo de problema são uma excelente oportunidade para ampliar o conceito de proporção estudado tradicionalmente na área de matemática no Ensino Fundamental. Ademais, nesse contexto, entende-se que os estudantes das séries finais do Ensino Fundamental têm condições de criar tal simulação com êxito e, assim, desenvolver abstrações que favoreçam a compreensão de tal conteúdo. Além disso, para construir a animação, os alunos precisarão realizar cálculos que envolvem uma proporção circular, que é algo mais complexo que a proporção simples e direta estudada tradicionalmente no Ensino Fundamental.

Além disso, essa simulação é uma ideia poderosa da matemática, pois tal conhecimento permite a simulação de uma série de fenômenos naturais tais como: sistema solar, modelos atômicos, movimentos circulares. Experiências que possibilitam o desenvolvimento, por exemplo, de um trabalho com funções trigonométricas.

6. CONCLUSÕES INICIAIS

O presente estudo apresentou uma proposta pedagógica que, através do desenvolvimento de projetos de aprendizagem, pretende contribuir para a transformação da escola, superando o modelo industrial, de uma escola reprodutora de conhecimento, e alcançando uma escola incluída no modelo da cultura digital, em que a criação, a interação, a criatividade e a produção de conhecimentos devem ser estruturantes de toda ação escolar.

Foi proposta, então, uma investigação sobre o possível desenvolvimento de projetos de aprendizagem que, apoiados no uso do software Squeak Etoys, potencializem a aprendizagem de conceitos de matemática pelos estudantes ao programarem animações, simulações e jogos eletrônicos.

Os dados analisados neste estudo piloto mostram efetivamente que muitos conceitos de matemática tornam-se necessários aos estudantes durante as suas construções e programações. É importante destacar que as necessidades são apontadas pelos estudantes e não pelo professor de matemática, como destacado nas análises dos projetos “Avião na Pista” e “Dança das Mimosas”.

Essa mudança, que evidencia uma transformação no papel do aluno e na função do professor, é estruturante da escola da cultura digital. Com Piaget, destaca-se que essa ação do estudante transforma o seu sistema de significações, de modo a construir novas relações entre conceitos, novos conhecimentos e novas ou melhores estruturas cognitivas.

Por fim, o estudo piloto indica que a estratégia pedagógica proposta é relevante para a Educação matemática, contribuindo

para que os estudantes se mobilizem cognitivamente para aprender matemática. Nesse sentido, a pesquisa deve seguir, com o foco de investigar a intervenção do professor e o processo de aprendizagem de matemática de estudantes que usam o software Squeak Etoys no contexto de projetos de aprendizagem.

7. REFERENCIAS

- [1] BATRO, A. M. **Dicionário terminológico de Jean Piaget**. Tradução: Lino de Macedo. São Paulo: Pioneira, 1978.
- [2] COSTA, I. T.; FAGUNDES, L. C.; NEVADO, R. A.: **Projeto TecLec: Modelo de uma Nova Tecnologia em EaD incorporando os Recursos da Telemática**. Em: *Informática na Educação: Teoria & Sociedade*, v. 63, p. 105-111, 1998.
- [3] DUTRA, Í. M. **Mapas conceituais no acompanhamento dos processos de conceitualização**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- [4] FAGUNDES, L. ; SATO L. S.; MAÇADA, D. L. **Aprendizes do futuro: as inovações começaram**. Brasília: MEC, 1999. Coleção Informática para a Mudança em Educação/Mec/Seed/Proinfo.
- [5] FAGUNDES, L.C.; NEVADO, R. A.; BASSO, M. V. A., BITTENCOURT, J. V.; MENEZES, C. S., MONTEIRO, V. C.: **Projetos de aprendizagem: uma experiência mediada por ambientes telemáticos**. Revista brasileira de informática na educação. Vol. 14, n. 1 (jan./abr. 2006), p. 29-39.
- [6] FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 31. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- [7] HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- [8] KAY, A. **The Dynabook Revisited - A Conversation with Alan Kay**. In *The Book and the Computer*, 2002. Disponível em: <<http://www.squeakland.org/content/articles>>. Acesso em: 07 de setembro de 2013.
- [9] LÉVY Pierre. **Cibercultura**. São Paulo, 1999.
- [10] LOPES, D. Q. **Brincando com Robôs: desenhando problemas e inventando porquês**. Santa Cruz do Sul; EDUNISC, 2010.
- [11] MATTOS, Eduardo Britto Velho de. **Construção de conceitos de matemática via Projetos de Aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Programa de Pós- Graduação em Ensino de Matemática. Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- [12] MENEZES, C. S.: **Desenvolvimento de Jogos Digitais como Estratégia de Aprendizagem**. Revista brasileira de informática na educação. Vol. 14, n. 1 (jan./abr. 2006), p. 29-39.
- [13] MORAIS, A. D., FAGUNDES, L.C. **A inclusão digital da escola ou a inclusão da escola numa cultura digital?**. Revista Diálogo, n.19. Unilasalle, Canoas, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Diálogo/article/view/188/202>>
- [14] MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- [15] NIQUINI, D. P. **Informática na educação: implicações didático pedagógicas e construção do conhecimento**. Brasília : Universa, 1996.
- [16] PAPER, Seymour. **A máquina das crianças:repensando a escola na era da informática**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.
- [17] PIAGET, J. **A Equilíbrio das Estruturas Cognitivas: problema central do desenvolvimento**. Tradução de Marion Merlone dos Santos Penna. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.
- [18] _____. **A Tomada de Consciência**. Tradução de Edson Braga de Souza. São Paulo: Melhoramentos, 1977.
- [19] PIAGET, J; GRÉCO, P. **Aprendizagem e conhecimento**. 1ª ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1974.
- [20] RIEBER, L. P. **Seriously considering play: designing interactive learning environments based on the blending of microworlds, simulations, and games**. USA, 1996. Disponível em <<http://rieber.coe.uga.edu/play.html>>. Acesso em: 04 de junho de 2013.
- [21] RESNICK, M.; OCKO, S.. **LEGO/Logo: Learning Through and About Design**. Epistemology and Learning Group, MIT: Media Laboratory. Cambridge. MA. Disponível em: <<http://ilk.media.mit.edu/papers/ll.html>> Acesso em: 30 de maio de 2013.
- [22] TEIXEIRA, A. L. V.S.. **Integração das TIC na educação: o caso do Squeak Etoys**. UMINHO, Braga, 2011. Tese de doutorado, Instituto de Educação da Universidade do Minho, 2011.
- [23] VEEN, W. & VRAKING, B. **Homo Zappiens: educando na era digital**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [24] UCA-RS: **Um computador por aluno**, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://uca-rs.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 21 de outubro de 2013.