

## Squeak Etoys na modalidade 1 para 1: programação e autoria multimídia no desenvolvimento da conceituação

Patrícia Behling Schäfer<sup>1,2</sup>, Bruno Fagundes Sperb<sup>2</sup>, Léa da Cruz Fagundes<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

<sup>2</sup>Laboratório de Estudos Cognitivos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Psicologia Social e Institucional – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

{patricia@lec.ufrgs.br; bruno@lec.ufrgs.br; leafagun@ufrgs.br}

**Abstract.** *After a boom of using LOGO language with children in the 80's, we face the challenge of recapturing in the programming activity the potential for the development of learning in schools. This paper, contextualized by the trial experience of One Computer per Student federal program, aims to contribute to build a working model that includes the programming activity for conceptualization development, by examining the application of multimedia authoring environment Squeak Etoys. It is proposed to construct indicators based on the methodology of Learning Projects and supported by Piaget's Genetic Epistemology.*

**Resumo.** *Após um vertiginoso boom da utilização da linguagem LOGO com crianças na década de 80, presenciamos o desafio de reencontrar na atividade de programação as potencialidades para o desenvolvimento da aprendizagem na escola. O presente artigo, contextualizado pela experiência pré-piloto do Programa Federal Um Computador por Aluno, busca contribuir com a construção de um modelo de trabalho que inclua a atividade de programação no auxílio ao desenvolvimento da conceituação, por meio do exame da aplicação do ambiente de autoria multimídia Squeak Etoys. Propõe-se a construção de indicadores com base na metodologia de Projetos de Aprendizagem e na fundamentação da Epistemologia Genética de Piaget.*

### 1. Introdução

Em meados da década de 1970, Seymour Papert introduz o estudo da atividade de programar como meio de auxílio à educação. A realidade atual da escola, no entanto, aponta que as possibilidades oferecidas ao aluno para explorar sistemas complexos, programar, construir de forma autônoma produtos digitais ainda são raras. E por que essas dificuldades permanecem? Parece haver consenso entre diversos pesquisadores da Informática na Educação em relação à ideia de que o uso do computador na escola está ainda a serviço de reproduzir antigos métodos de ensino (DEMO, 1998; FAGUNDES,

MAÇADA e SATO, 1999; ALMEIDA e PRADO, 2011). Resnick (2002) sustenta que há a necessidade de repensar tanto as abordagens de aprendizagem na escola quanto a proposta de suporte das novas tecnologias a essa mudança.

Desde dezembro de 2006, o Laboratório de Estudos Cognitivos do Instituto de Psicologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LEC/UFRGS) participa do programa federal Um Computador por Aluno (PROUCA). A iniciativa investiga a possibilidade de adoção de *laptops* de baixo custo pela rede pública de ensino como um meio de promover a melhoria da qualidade da educação brasileira. Entre 2007 e 2009, o laboratório foi responsável pela execução do pré-piloto do estado do Rio Grande do Sul (uma das cinco experiências da primeira fase do programa).

Durante esse período, foram constituídas diferentes linhas de investigação e acompanhamento das ações de alunos e professores, buscando examinar os aspectos técnicos e pedagógicos envolvidos na adoção da modalidade de aprendizagem “um computador por aluno” (1 para 1). Como proposta integradora das diferentes unidades de análise estabelecidas, elencou-se a metodologia de Projetos de Aprendizagem – PAs (FAGUNDES, MAÇADA e SATO, 1999), em cuja fundamentação estão os princípios da Epistemologia Genética (PIAGET, 1976, 1978, 1987, 1990). Na metodologia de PAs, o aluno é concebido como agente-autor, vivenciando um processo semelhante ao da investigação científica, ao formular perguntas, buscar respostas e elaborar teorias explicativas para temas de seu interesse. O professor, por sua vez, alia à função de especialista os papéis de orientador, articulador e ativador da aprendizagem do aluno.

Uma das frentes de investigação na escola pólo do pré-piloto do Rio Grande do Sul (E.E.E.F. Luciana de Abreu, Porto Alegre) teve como suporte o trabalho com o ambiente de autoria multimídia Squeak Etoys (KAY, 2011). O ambiente foi desenvolvido por Alan Kay e a equipe do *View Points Research Institute*, sob inspiração dos sistemas LOGO, PARC-Smalltalk, Hypercard, StarLOGO e grande influência das ideias de Papert (1994).

A utilização do programa pelo LEC/UFRGS passou a integrar uma estratégia de multiplicação com vistas a alcançar diversos grupos de alunos e professores no Brasil e também em âmbito internacional. Na primeira etapa do PROUCA, foram desenvolvidas experiências com aproximadamente 100 alunos e diversos professores da escola pólo Luciana de Abreu. As experiências e discussões provenientes do trabalho com o ambiente geraram uma forte sustentação para a organização do Squeakfest Brasil (Fundação Pensamento Digital, 2009). O Squeakfest Brasil foi a primeira edição da conferência internacional dedicada ao estudo do ambiente realizada fora dos Estados Unidos, que reuniu, além de pesquisadores brasileiros, representantes da equipe de desenvolvimento do Squeak Etoys e educadores que lideram comunidades internacionais de uso do ambiente, sobretudo no Uruguai, nos Estados Unidos e na Alemanha. Mais recentemente, desde o início de 2011, o LEC/UFRGS vem realizando oficinas semanais voltadas ao uso do Squeak Etoys com alunos e professores de duas turmas de terceiro ano (do ensino fundamental de nove anos) da E.E.E.F. Profa. Dinah Néri Pereira, localizada em Porto Alegre, que conta em sua prática com *laptops* do modelo XO, por meio de uma parceria estabelecida com a organização OLPC (*One Laptop Per Child, MIT Media Lab*). Além disso, a aplicação educacional do ambiente é incluída na formação continuada de



projetos e simulações de alta complexidade; em outras palavras, o ambiente permite que o próprio aluno “ensine” ao computador e ensine a outro aluno como fazê-lo.

Essa concepção de ambiente computacional é consonante com a Epistemologia Genética de Piaget (1976, 1978, 1987, 1990), segundo a qual o conhecimento se dá pela interação com o meio: o sujeito age sobre o objeto assimilando-o e reage às ações que este lhe impõe. Quando os sistemas de esquemas de que dispõe mostram-se insuficientes, a assimilação promove perturbações e exige transformações também internas, que acontecem através da acomodação. Há sempre uma organização presente na base da ação, que mobiliza o funcionamento das estruturas mentais rumo a um processo de construção progressiva. Só há conhecimento mediante construção, e esta ocorre por experimentação ativa e constante das hipóteses do sujeito, colocadas em prática no ambiente com o qual interage.

Objetivamos, aqui, realizar uma breve apresentação do ambiente Squeak Etoys com fins de ilustração para as seções posteriores do trabalho. Lembramos, no entanto, que o acompanhamento do desenvolvimento da inteligência na criança em ambiente computacional de programação, em especial por meio da linguagem LOGO, tem sido largamente explorado por diversos pesquisadores do LEC/UFRGS (FAGUNDES e MOSCA, 1985; NEVADO, 1992; FAGUNDES e MARASCHIN, 1992) e de outros centros de pesquisa ao longo dos últimos trinta anos. O Squeak Etoys é, portanto, fruto de uma longa trajetória de investigação da aplicação da informática e da atividade de programação para o auxílio à aprendizagem da criança, no contexto de uma cultura da computação especificamente educacional.

### **3. Construindo o conceito: ação, representação, operação**

Piaget (1990) trata da gênese e construção do conceito considerado em seu caráter sistêmico e relacional. Busca as conexões entre a atividade sensório-motora, a função simbólica e as formas operatórias do pensamento.

As formas de pensamento representativo possibilitam ultrapassar o campo perceptivo imediato para evocar em pensamento objetos ausentes. Trata-se do nascimento da função simbólica ou semiótica. Contudo, os esquemas da inteligência sensório-motora não são imediatamente transformados em conceitos, tampouco as primeiras coordenações em raciocínios operatórios. No nível das operações lógicas concretas, os conceitos são ora sistemas de classes, constituindo agrupamentos segundo relações de encaixe hierárquicos, ora sistemas de relações particulares, que não seguem o conjunto dos elementos e das transformações, nem possíveis coordenações de relações. O alcance do pensamento operatório – e do conceito – é marcado pela coordenação em equilíbrio permanente, com a possibilidade de realização de antecipações e reprodução de transformações objetivas por experiência mental. É também característica do princípio do desenvolvimento do conceito a capacidade de socializar as construções empreendidas com o suporte dos signos sociais e coletivos.

Piaget (1978) destaca que o caráter inicial da ação é de conhecimento prático e autônomo, ainda independente da conceituação. As primeiras coordenações realizadas pela

criança são, igualmente, coordenações de natureza material e visual. Apenas no decurso de seu desenvolvimento, são alcançadas as coordenações implicativas ou ligações entre significações. As tomadas de consciência elementares são, dessa forma, ligadas aos objetivos e resultados das ações, enquanto que as tomadas de consciência de nível superior comportam implicações significantes, que favorecem a reflexão e a análise dos meios empregados.

Ao trabalharem no ambiente de autoria Squeak Etoys, os alunos encontram a necessidade constante de pensar e de falar sobre o que pensam e desejam fazer. O Etoys passa a lhes servir como um instrumento para a representação dos elementos da ação. Em relação à tal modalidade de ambiente de programação, é substancial a contribuição de Nevado, para quem “o raciocínio da criança pode ser mais facilmente ‘observado’, já que o micromundo ‘concretiza’ suas formas de pensar em situações variadas e criadas pela própria criança” (1992, p. 82). A autora, ao escrever sobre experiências realizadas com crianças a partir da utilização da linguagem LOGO, pondera que, ainda que de posse da função semiótica, os sujeitos, frente ao computador, tendem a refazer a trajetória já realizada no período sensório-motor (num período de tempo mais curto e variável segundo o nível de desenvolvimento individual). Outro aspecto importante no que tange à opção pelo trabalho com o ambiente de micromundos para o acompanhamento e auxílio à conceituação é a possibilidade de realização de intervenções que oportunamente conduzam a criança a tomadas de consciência sobre suas ações para o alcance de níveis mais complexos de integração em sistemas de significações. No Etoys, a mobilidade e flexibilidade no manejo de *scripts* para a programação de um objeto facilitam a verificação de antecipações e do sucesso ou insucesso das deduções sobre o possível.

Na próxima seção, faremos a análise de uma produção no ambiente Etoys em cujo processo de construção são observados indicadores de conceituação e momentos de intervenção que precedem ou se fazem acompanhar de tomadas de consciência para o desenvolvimento rumo ao pensamento operatório.

#### **4. Conceituação no Squeak Etoys: representando e programando a partir de PAs**

Durante o trabalho de acompanhamento das atividades do PROUCA na escola Luciana de Abreu, a equipe de pesquisadores do LEC/UFRGS ofereceu oficinas de aprendizagem em que alunos e professores exploraram os recursos do Squeak Etoys. Inicialmente, essas oficinas eram ministradas para turmas inteiras, às quais era possibilitado o uso de diversas ferramentas do programa. A forma como cada professor trabalhava, integrando em maior ou menor grau atividades em ambiente digital ao seu cotidiano, oportunizou que, ao longo da experiência, ocorressem mudanças no modelo oferecido nas oficinas. Na turma de quarta série, a prática pedagógica diária, já nos primeiros meses do projeto, passou a centrar-se na metodologia de PAs. Assim, houve uma transição do modelo massivo de ensino, em que todos os alunos realizavam a mesma atividade ao mesmo tempo e no mesmo espaço, para um trabalho guiado por projetos desenvolvidos pelos próprios alunos, reunidos a partir de diferentes problemas de pesquisa.

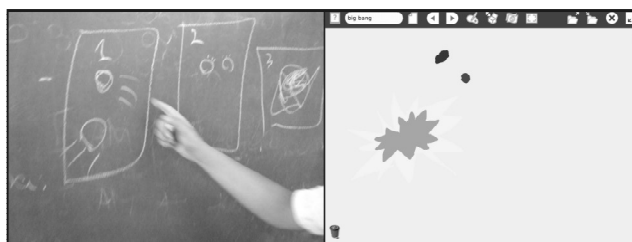
Dessa forma, o trabalho nas oficinas passou a ser realizado em pequenos grupos, em sala contígua à da turma. Havia uma discussão acerca do problema de pesquisa do grupo para que os alunos pensassem sobre seus objetivos e sobre como usar o ambiente Squeak Etoys em seus projetos, com base na exploração de seu conhecimento e de suas hipóteses iniciais (LINDNER, SPERB e FAGUNDES, 2008). As oficinas tinham duração de aproximadamente uma hora e trinta minutos, e eram registradas pelos pesquisadores por meio de vídeo e fotografia, para posterior análise.

O projeto que constitui o fio condutor da presente análise foi desenvolvido por um grupo de alunos que buscava investigar como havia ocorrido a explosão do “Big Bang”. A pergunta de pesquisa foi elaborada espontaneamente pelo grupo, conforme o interesse demonstrado, constituindo a base para posteriores intervenções da professora. O integrante VIM (10 anos) desejava representar a formação da Terra a partir do fenômeno.

Inicialmente, o pesquisador solicita ao aluno VIM que explique sua intenção ao elaborar o projeto. Observa-se que, a partir do conhecimento inicial desenvolvido nas oficinas introdutórias para a apropriação do Etoys, o aluno consegue, de forma independente, desenhar as partículas que desencadearão o “Big Bang<sup>i</sup>”, bem como acionar o seu movimento. Separadamente, VIM desenha a forma de uma explosão. O desafio encontrado, e compartilhado com o pesquisador, era fazer com que o desenho da explosão se tornasse visível apenas no momento do choque entre as duas partículas. O desejo do aluno ao construir sua representação e o processo inicial empreendido são relatados por VIM:

Primeiro eu abri o script de uma, daí eu fechei, daí ela começou a girar sozinha, depois eu peguei outra e abri o script de outra, daí eu trouxe e fiz o script da segunda. Botei a mesma coisa, daí as duas começaram a girar assim. Daí elas vão se bater assim, na hora que elas se baterem eu queria fazer uma explosão, elas vão explodir, daí vai formar o Big Bang.

A competência do aluno em socializar o seu intuito na composição multimídia e reconstituir os passos realizados no ambiente evidencia a compreensão inicial manifesta. VIM, nesse momento, consegue construir objetos com *scripts* específicos, que lhes conferem movimento; sua compreensão, contudo, é apenas prática: os objetos visualmente interagem, mas não há comandos que os façam “reconhecer” um ao outro. O aluno ainda não se vale da lógica de proposições “se..., então” para estabelecer coordenação entre os objetos. O procedimento via ensaio-erro mostra-se insuficiente para o sucesso da ação. De acordo com Piaget, tais ações elementares “principiam por tentativas sucessivas sem qualquer plano de conjunto, para depois se tornarem cada vez mais antecipadoras, o que permite o sucesso de combinações mais complexas” (1987, p. 20). Essa necessidade de antecipação das ações, suscitada pelo ambiente, torna-se mais evidente quando VIM, espontaneamente, realiza no quadro negro o desenho que exhibe a sequência de eventos que deseja simular. Essa sequência de passos, assim como a tentativa inicial de simular a explosão no ambiente, é ilustrada na figura 2.



**Figura 2: Sequência de passos desenhados no quadro e simulação inicial da explosão no Etoys**

A intenção do aluno é expressa com clareza, embora a composição de duas proposições – “Mostrar” e “Esconder” – no mesmo *script* gere um conflito para o programa. Nota-se a necessidade de coordenação implicativa dos significados das duas ações (coordenação que permanece em nível prático e causal) para que o efeito buscado seja atingido. O aluno remove ora o comando “Mostrar”, ora o comando “Esconder”, sem, no entanto, ter sucesso em sua alternância. A entrevista tem continuidade:

VIM: Olha aqui, BRU, não dá ‘ó’. Eu fiz uma explosão ‘tri’ legal, mas não mostra... Pus aqui o esconder e o mostrar.

P: O que tu estás mandando esconder e mostrar? Quem é o sketch (objeto) 1?

VIM: A explosão! Sim, eu tinha feito a explosão, daí eu vim aqui e coloquei assim.

P: Então vamos abrir o script. Olha o que tu me ‘disse’ há pouco: “se o objeto 1...”

VIM: Encostar no objeto 2, vai acontecer uma explosão...

P: Como se faz isso? Onde está a caixa do testar? Se o objeto 1 enxerga o objeto 2, onde faz isso?

VIM: Aqui? Nas cores?

P: E qual é a cor que tem que enxergar a cor vermelha para acontecer a explosão?

VIM: A vermelha tem que enxergar!

P: A vermelha tem que enxergar a vermelha?

VIM: Não, a vermelha tem que enxergar a... Eu botei branca e tem que botar preta? Tem que enxergar a branca?

P: Onde é que tem branco aí?

VIM: Aqui (no “mundo”), mas na verdade é preto! Então o vermelho tem que enxergar o preto.

[As cores são alteradas]

P: E agora, como está? Se o preto do objeto 1 vê o vermelho, o que acontece?

VIM: Vai ter que acontecer a explosão!

No decurso do processo de alteração de cores e de tomadas de consciência sobre a própria ação, que ora acontecem mediante abstrações empíricas, vinculadas à reação imposta pelo objeto, ora via antecipações em pensamento, uma nova perturbação é colocada para VIM, por meio da sugestão do colega LMC:

LMC: Não tem que colocar a explosão lá em cima delas? Daí já aparece direto na hora que elas se batem...

VIM: Mas como é que eu vou conseguir botar *bem na hora* que elas batem?

P: Boa pergunta... Olha aqui, tu já ‘disse’ para o computador “se o preto vê a cor vermelha”, então, o que tem que acontecer?

VIM: A explosão...

A sugestão do colega, a despeito de gerar um novo conflito cognitivo para VIM, é acatada, reorientando a produção. Trata-se de uma conduta compensadora importante para que a equilibração aconteça: o elemento “perturbador” não é ignorado ou negligenciado a fim de que seja submetido aos esquemas existentes, mas integrado ao sistema com vistas a uma futura regulação (PIAGET, 1976). Ao mover a “explosão” para cima das duas partículas, no entanto, ela se torna visível permanentemente, deixando de suscitar o efeito desejado. O aluno solicita, assim, novo auxílio ao pesquisador:

P: Quando o objeto 1, o preto, vê a cor...  
VIM: Vermelha!  
P: Que acontece?  
VIM: ‘Cabum!’  
P: A explosão fica ‘mostrando’...  
VIM: Ahhhh!  
P: Agora, ele ‘tá’ vendo a cor vermelha?  
VIM: Tá.  
P: Qual?  
VIM: Não dá pra ver... A explosão ‘tá’ em cima!  
P: E qual é essa cor aqui: vermelha, da explosão?  
VIM: Vermelha... Ahhhh! Tem que trocar de cor.

A conduta de egocentrismo intelectual (o aluno atribui o insucesso da “explosão” à impossibilidade de visualização da cor da partícula, quando tal impossibilidade é proveniente de seu próprio ponto de vista) é sucedida por uma tomada de consciência que responde, finalmente, pelo alcance do objetivo estabelecido. No momento em que conclui que a cor vermelha atribuída ao objeto deve ser exatamente a cor vermelha associada ao *script* (sem nuances na tonalidade), o aluno tem sucesso na concretização da representação planejada. Progride, assim, do desenho de duas partículas de mesma cor, com *scripts* simples, até a programação de partículas de cores diferentes que interagem gerando uma “explosão”.

O exemplo descrito ilustra as etapas empreendidas desde as primeiras coordenações, ainda em nível perceptivo e causal, até o alcance de raciocínios operatórios por VIM. Também apresenta o processo de transição de centrações em objetos ou estados isolados para a generalização que anuncia o conceito, juntamente com a possibilidade de antecipações em pensamento e deduções sobre o possível. Destaca-se, no decurso do processo apresentado, a pertinência da utilização do ambiente Squeak Etoys fundamentada no interesse do aprendiz, propiciada pelo desenvolvimento do PA, e mediada por intervenções com orientação no método clínico-crítico (PIAGET, 2005). É com base em tais intervenções que se pode acompanhar o pensamento do aluno e as mudanças em suas hipóteses, bem como auxiliá-lo para o alcance de tomadas de consciência que contribuam com o desenvolvimento conceitual.

## 5. Considerações finais

É crescente o número de pesquisadores, pais e professores que vêm descobrindo as potencialidades do ambiente Squeak Etoys em diversos países. No entanto, seu uso no sistema escolar é apenas incipiente, e sua disseminação, um desafio. Desde as primeiras experiências do Programa UCA, o LEC/UFRGS tem realizado estudos e auxiliado na



disseminação da atividade entre educadores e aprendizes no Brasil e em demais países participantes de projetos de distribuição de um computador por aluno na América Latina. As investigações e os resultados alcançados contribuíram para que o programa fosse, na fase atual do PROUCA, um dos *softwares* disponíveis no *laptop* adotado pelo governo brasileiro.

A presença do *software* no *laptop* e na escola, contudo, está longe de garantir, por si só, um uso profícuo ao desenvolvimento conceitual do aluno. Ao longo das pesquisas realizadas e por meio das referidas experiências na modalidade 1 para 1, temos constatado que a aplicação do Squeak Etoys, assim como a utilização de demais tecnologias digitais ou ambientes de autoria multimídia, garante resultados mais efetivos em relação à construção do conhecimento e ao desenvolvimento conceitual do aluno quando há mudanças pedagógicas na sala de aula. A metodologia de PAs, centrada na ação e autoria do aluno, favorece uma aplicação contextualizada e rica da atividade de programação. Iniciar um projeto de programação a partir de uma curiosidade e de um desejo de pesquisa reais do aprendiz incita-o ao engajamento na busca de soluções para os desafios e as perturbações encontradas. Também facilita o acompanhamento e o auxílio ao aluno em seu processo de conceitualização rumo à operatoriedade do pensamento, uma vez que as tentativas, hipóteses e noções apresentadas são manifestas em cada ação no ambiente. Convém destacar o caráter de permanente abertura do processo de construção conceitual, já que um conceito nunca está concluído, podendo desenvolver-se sempre mais, sobretudo na condição de sistemas lógicos que já atingiram as operações formais.

A verbalização oportunizada pela utilização do método clínico-crítico piagetiano é também fundamental ao pesquisador que deseja acompanhar a lógica e a organização do pensamento do aluno, possibilitando o levantamento de questões pertinentes para a desequilíbrio e posteriores regulações que conduzam o aprendiz a tomadas de consciência, coordenações implicativas de nível superior e consequentes avanços no que tange à conceitualização.

Consideramos, assim, a pertinência da utilização do ambiente Squeak Etoys em sala de aula não como um apoio às práticas didáticas instituídas, mas como um catalisador de mudanças que contribuam para a solução de dificuldades de aprendizagem dos alunos à medida que os auxiliem em problemas reais, levantados segundo o próprio interesse e a necessidade efetivamente manifesta por cada aprendiz. É nesse panorama que a tríade PAs – Squeak Etoys – intervenções orientadas pelo método clínico-crítico piagetiano é defendida como um contexto potencialmente rico para o desenvolvimento conceitual e avanços rumo ao pensamento operatório.

## 6. Referências

ALMEIDA, M. E. B. e PRADO, M. E. B. B. (2011) “Indicadores para a formação de educadores para a integração do laptop na escola”. In ALMEIDA, M. E. B. e PRADO, M. E. B. B. (Org.). “O computador portátil na escola: mudanças e desafios nos processos de ensino e aprendizagem”, São Paulo, Avercamp.

DEMO, P. (1998) “Questões para a teleducação”, Petrópolis, Ed. Vozes.

- FAGUNDES, L. C., MAÇADA, D. e SATO, L. (1999) “Aprendizes do futuro: as inovações começaram”, Coleção Informática para a Mudança na Educação, Brasília, SEED, MEC, PROINFO.
- FAGUNDES, L. C. e MARASCHIN, C. (1992) “A linguagem LOGO como instrumento terapêutico das dificuldades de aprendizagem: possibilidades e limites”, In *Psicologia: Reflexão e Crítica*, Porto Alegre, v. 5, n. 1.
- FAGUNDES, L. C. e MOSCA, P. R. F. (1985) “Interação com computador de crianças com dificuldade de aprendizagem: uma abordagem piagetiana”, *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, n. 37.
- FUNDAÇÃO PENSAMENTO DIGITAL. (2009), <http://www.pensamentodigital.org.br>.
- KAY, A. (2011) “Squeak Etoys Authoring & Media”, <http://www.squeakland.org/resources/articles/article.jsp?id=1008>.
- LINDNER, E., SPERB, B. F. e FAGUNDES, L. C. (2008) “Oficinas de Aprendizagens no Ambiente Computacional Squeak-Etoys. Estudo Experimental no Uso do Laptop em Sala de Aula do Projeto UCA”, In XIX SBIE, Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Workshop 4, Fortaleza, UFC.
- NEVADO, R. A. (1992) “A utilização do microcomputador na pré-escola como prevenção de distúrbios de aprendizagem”, In *Psicologia: Reflexão e Crítica*, Porto Alegre, v.5, n.1.
- PAPERT, S. (1994) “A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática”, Porto Alegre, Ed. Artmed.
- PIAGET, J. (1976) “A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento”, Rio de Janeiro, Zahar Editores.
- \_\_\_\_\_. (1990) “A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação”, Rio de Janeiro, Zahar Editores.
- \_\_\_\_\_. (2005) “A representação do mundo na criança”, São Paulo, Ed. Idéias e Letras.
- \_\_\_\_\_. (1978) “Fazer e compreender”, São Paulo, Ed. Melhoramentos.
- \_\_\_\_\_. (1987) “O nascimento da inteligência na criança”, Rio de Janeiro, LTC Editora.
- PROGRAMA UCA – Um Computador por Aluno. (2010), <http://www.uca.gov.br/institucional/projeto.jsp>.
- RESNICK, M. (2002) “Rethinking Learning in the Digital Age”. MIT MediaLab, <http://ilk.media.mit.edu/papers/rethinkport.doc>.
- VIEWPOINTS RESEARCH INSTITUTE. (2011), <http://www.vpri.org/>.

---

<sup>i</sup> A despeito da concepção mais aceita do Big Bang como expansão de um átomo primordial, responsável pela evolução e atual constituição do universo, o aluno explica o fenômeno como proveniente de uma colisão de partículas, provavelmente referindo-se às partículas elementares da matéria inicial e aos choques geradores de energia. Tal compreensão não é problematizada no início do processo, de modo a evitar coibir as manifestações de hipóteses de VIM com base nas quais construiria a simulação.