
ODAI - Objetos Digitais para Aprendizagem Interacionista

Crediné S. de Menezes^{1,2}, Antonio Fonseca de Lira², Cláudio Ferretti²,
Edson Luiz Lindner²

¹Departamento de Informática –UFES

²Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PGIE) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Av. Paulo Gama, 110 - prédio 12105 - 3º andar sala 332 - 90040-060 - Porto Alegre (RS) - Brasil

{credine, aflira, clafer300, edson.lindner}@gmail.com

***Abstract:** The practice of Constructivism based upon Genetic Epistemology requires the use of real or virtual objects for interaction with the subjects, allowing them to explore objects' characteristics and functionalities and build knowledge with teacher help. To get more effective results on these sessions, we believe to be necessary to devise specific objects to support experimentation and mediation by the apprentice. A discussion about the rationale for design of such objects and the contribution of digital technology for that is the focus of this paper.*

***Resumo.** A prática construtivista baseada na Epistemologia Genética requer o uso de objetos reais ou virtuais com os quais os sujeitos possam interagir, explorando suas características e funcionalidades, em busca da construção de conhecimento, com a mediação do professor. Para a obtenção de resultados mais efetivos nessas sessões, acreditamos na necessidade de se conceber objetos específicos, voltados para apoiar tanto a exploração pelos aprendizes quanto o trabalho do mediador. A discussão sobre os fundamentos teóricos necessários para a construção desses objetos e as contribuições da tecnologia digital constitui-se no foco deste artigo.*

1. Introdução

Os objetos do mundo real são, em geral, fontes de conhecimentos que servem a necessidade de serem conhecidos pelo sujeito e se prestam à exploração e à conseqüente construção do conhecimento. Na interação e na exploração de suas possibilidades descobrem-se, pouco a pouco, suas qualidades e limites. Entretanto, é possível que os sistemas conceituais do sujeito não sejam suficientes para investigar essas qualidades. Daí a necessidade da intermediação por um agente que faça intervenções, questionamentos, sugestões de procedimentos e propostas de soluções que criem situações que perturbem os sistemas de significação do sujeito, provocando seu desequilíbrio. Mesmo os objetos pedagógicos criados no mundo real com finalidade educativa podem carecer de desafios, mostrando que a principal característica de um processo perturbador não se limita à sensação e à percepção. Proporcionar interação somente visual pode não ser suficiente para despertar o exercício da análise e da reflexão. Quanto mais complexo o ambiente (no sentido de disponibilizar uma maior interação), melhor o processo de aprendizagem realizado, na medida em que os elementos já adquiridos na estrutura em formação o permitam. Dessa forma, depende do sujeito qualificar uma ação como perturbadora ou não. Mais que motivador, um objeto

deve servir ao mediador para reconhecer o grau de desenvolvimento cognitivo do sujeito e repensar o próprio objeto e suas formas de intervenção em duas direções: variando e enriquecendo o ambiente com novos objetos ou simplesmente aceitando a aprendizagem que foi possível, ao aprendiz, naquele momento de seu desenvolvimento.

Ou seja, a prática construtivista baseada na Epistemologia Genética requer o uso de objetos reais ou virtuais com os quais os sujeitos possam interagir, explorando suas características e funcionalidades, em busca da construção de conhecimento. A interação sujeito-objeto é capaz de promover esse conhecimento, porém de forma limitada uma vez que a assimilação é sempre deformante por não dar conta de todos os possíveis do objeto. Para ampliar as possibilidades de compreensão lançamos mão da mediação. O processo de mediação consiste em levantar questionamentos que propiciem ao sujeito visualizar novas relações no objeto. Para a obtenção de resultados mais efetivos nessas sessões, acreditamos na necessidade de se conceber objetos específicos, voltados para apoiar tanto a exploração pelos aprendizes quanto o trabalho do mediador.

Dado o corrente interesse na concepção, produção e uso de objetos de aprendizagem lançamos, aqui, algumas questões que podem contribuir para os avanços nesta área:

- Qual o diferencial de um objeto de aprendizagem que tem com referencial teórico a Epistemologia Genética?
- Quais seriam as características de tal objeto?
- Em que medida a restrição dos objetos de aprendizagem (imposição de suas características pelo conhecimento de quem o concebe) pode dificultar a interação e, conseqüentemente, a aprendizagem?
- Poderão os objetos de aprendizagem virtuais aumentar a aprendizagem por permitirem construir qualidades aos objetos que não existem na realidade, criando assim mundos mais complexos? A exploração pelo sujeito, poderia levar à ampliação de seu sistema conceitual?
- Qual a contribuição da tecnologia digital para a criação de objetos de aprendizagem?

Esse artigo apresenta uma reflexão sobre os objetos pedagógicos sob a visão da Epistemologia Genética e apresenta possibilidades da construção de objetos digitais para uma aprendizagem interacionista. Inicialmente, descrevem-se alguns conceitos e algumas características sobre objetos de aprendizagem e o processo de interação, tendo por objetivo mostrar o contexto do trabalho. Em seguida, traz-se uma fundamentação, baseada na Epistemologia Genética de Jean Piaget, para que um objeto favoreça o processo da construção do conhecimento. Apresenta-se, ainda, uma discussão sobre a contribuição da tecnologia para a confecção desses objetos. Por fim, apresenta um exemplo de “Objeto Digital para Aprendizagem Interacionista – ODAI” que tem como foco o equilíbrio na balança. A penúltima seção apresenta as considerações finais e na última relacionamos as referências bibliográficas utilizadas.

2. Contexto do Trabalho

O uso de computadores nas atividades de aprendizagem remonta aos primórdios da construção dos computadores. Durante algum tempo, os esforços se concentraram na elaboração de máquinas para ensinar, que deram origem aos programas CAI (do inglês

Computer Aided Instruction). Percebendo a limitação destes programas, pesquisadores da área conceberam programas que estendiam os CAI, com características mais flexíveis, dando origem aos ICAI (Intelligent Computer Aided Instruction). Posteriormente, a partir da Tecnologia dos Sistemas Especialistas, foram concebidos os Sistemas Tutores Inteligentes que, inicialmente, se voltavam para o mesmo propósito, fabricação de máquinas de ensinar, ainda que mais flexíveis.

O trabalho interdisciplinar de pedagogos, psicólogos e cientistas da computação tem dado origem a uma nova abordagem: o desenvolvimento de ambientes e ferramentas que potencializem o trabalho inteligente de professores e aprendizes, em busca da construção de conhecimento (Lajoie, Derry, 1993). Desta convergência, vimos surgir os denominados objetos de aprendizagem. Sob esse guarda-chuva vimos surgir materiais pedagógicos de diferentes naturezas.

Do ponto de vista tecnológico, um esforço substancial está voltado para a classificação, armazenamento, recuperação, transmissão e reutilização desses objetos. Para Wiley (2000) a definição do LTSC (Learning Technology Standards Committee (LTSC), órgão da IEEE, destaca itens como: a reusabilidade; a utilização em diferentes contextos de aprendizagem; possibilidade de compartilhamento em qualquer lugar da internet (por diversas pessoas simultaneamente), bem como a possibilidade dos usuários contribuírem para a melhoria dos objetos.

Do ponto de vista pedagógico, a pesquisa e desenvolvimento se ramificam em várias vertentes. Algumas trabalham com objetos voltados tipicamente para facilitar a transmissão do conhecimento. Uma vertente, com a qual nos identificamos, visa à concepção de objetos que facilitem o trabalho de professores e aprendizes, tendo como objetivo a construção de conhecimento (Carvalho, Nevado, Menezes, 2005).

Neste trabalho, não entramos nas discussões sobre os aspectos de Objetos de Aprendizagem associados à produtividade, distribuição e usabilidade, assunto ricamente discutido na literatura (Wiley, 2000). Também não nos atemos neste artigo à explorar uma visão de objetos de aprendizagem à partir da evolução do conceito de Software Educacional (Lajoie, Derry, 1993). Focamos nossa pesquisa especificamente na construção de objetos de aprendizagem baseados na Epistemologia Genética, explorando as possibilidades de uso da tecnologia digital para construir objetos que apoiem práticas pedagógicas construtivistas.

3. Fundamentação Teórica (A Epistemologia Genética)

De acordo com o construtivismo piagetiano, interpretamos a aprendizagem de conteúdos curriculares como construções conceituais. A formação dos conceitos passa por um processo que começa na ação interativa sujeito-objeto. Por meio de esquemas, evolui na direção da conceituação e chega à formalização, na qual consegue trabalhar com formas, desvinculando-se do conteúdo, ou seja, partindo do âmbito das operações concretas ao das operações formais.

Existem diversos graus de conceituação. A princípio, o sujeito interage com o objeto, ativando seus sistemas de significações e articulando-os por meio de operações lógicas com ações que são coordenadas, organizadas via classes, agrupamentos ou grupos, conforme o estágio de seu desenvolvimento. Durante a evolução da organização, o sujeito aumenta o número de possibilidades e a qualidade das coordenações contidas na estruturação de seu pensamento lógico. Quanto mais possibilidades de coordenações inferenciais, mais próximo do estado formal e dos conceitos se encontra o sujeito, pois esse processo de equilíbrio entre a assimilação e

a acomodação de seus sistemas de significações e seus sistemas lógicos, contempla a abstração refletida que organiza o maior número possível de casos. Com a evolução do sistema conceitual o indivíduo possui um fortalecimento de seus mecanismos de assimilação e acomodação, ou seja, adaptação ao novo, podendo, a partir daí, aumentar o seu conhecimento e, conseqüentemente, melhorar a sua aprendizagem. Infere-se que o número de possibilidades, a quantidade de vezes que o sujeito age e a reflexão sobre cada atuação, relativa ao objeto, são condições para que o processo construtivo se efetive, ou seja, em olhar novamente o objeto em suas qualidades, nas ações realizadas sobre ele e nas operações mentais implicadas nessas ações.

A coordenação de suas ações materiais sobre o objeto e a coordenação de suas ações interiorizadas (operações), buscando as razões e os porquês dos fenômenos observados, tanto no objeto como na sua forma de pensar, permite ao sujeito realizar abstrações empíricas, reflexionantes e refletidas. Nesse processo, o indivíduo não só pode obter sucesso nas ações como pode modificá-las em função do desenvolvimento de seu conhecimento.

A tomada de consciência, necessária à generalização do conceito, só se realiza por abstrações refletidas. A aprendizagem não é mera “transmissão de conceitos”, um processo pelo qual o sujeito, pouco a pouco, repete em seus pensamentos e atos a cultura em que nasceu ou os sistemas axiomáticos que a ciência lhe apresenta. O que ocorre é um processo de construção que passa por várias etapas sucessivas e constrói patamares de abstração em que o mais complexo não se desvincula do mais simples.

Em Piaget (1974, p. 35) a aprendizagem é entendida em geral como a aquisição distinta da maturação, pois se desenvolve no tempo em função das respostas dadas pelo sujeito a um conjunto de estímulos anteriores e atuais. Quando uma pessoa aprende, ela aumenta seu conhecimento e seu poder de pensar e de solucionar problemas.

Como as pessoas podem aprender através da utilização de objetos de aprendizagem? Então temos que voltar à teoria de Jean Piaget sobre como acontece a construção do conhecimento. Isso pode ser realizado com a construção teórica apresentada nas obras desse autor, tais como “Equilíbrio das Estruturas Cognitivas”, “Tomada de Consciência”, “O Nascimento da Inteligência na Criança”, “Fazer e Compreender” entre outras.

Visto por parte do pesquisador em educação, uma característica importante é a possibilidade de verificar e acompanhar as atividades cognitivas do sujeito, explorando a possibilidade de negações e reversibilidades a serem consideradas na concepção do objeto de aprendizagem. Isso pode ser verificado nas conclusões de Piaget (1978, pág. 183-186). Nesse contexto, se o objeto for uma mera apresentação de conteúdos, o sujeito poderá abandoná-lo.

Mas é importante salientar que os problemas educacionais encontram-se em dificuldades de acomodação, no sentido que a pessoa não regula suas perturbações e não consegue abranger um número maior de possibilidades que o objeto é capaz de oferecer. A acomodação (enquanto mudança dos sistemas conceituais para dar conta das particularidades do assimilado) é a condição básica para as possíveis generalizações. O sujeito poderá, então, realizar a tomada de consciência dos diversos processos, integrando as partes do sistema e subsistemas de conceitos. O avanço tecnológico tem favorecido os processos de assimilação, enquanto diversifica as fontes de informação e melhora os meios de comunicação (televisão, rádio, Internet, etc.). Mas a integração dessas informações pode não se realizar na atuação do sujeito, por falta de dispositivos

lógicos capazes de integrar todas elas que se apresentam de forma fragmentada e incompleta. Quase sempre a atitude passiva leva a um “contrato de adesão” pondo-se à parte a atitude crítica e elaborada. Cabe agora buscar novas abordagens que possibilitem a abstração reflexionante, a generalização construtiva dos conceitos e a mudança do sistema conceitual do sujeito.

4. Objetos Digitais para Aprendizagem Interacionista

O emprego de objetos, no sentido da epistemologia genética, no campo das ciências em geral e, em específico, no das exatas permite uma maior compreensão dos fenômenos quando o aprendiz encontra algo de novo que perturba o equilíbrio de suas estruturas cognitivas na interação. Essa provocação, quando adequada, o faz reagir, utilizando seus esquemas conceituais, acomodando-os ao que é diferente para assimilar as novidades. Quanto mais consciente for essa operação, maior será o grau de transformação de suas estruturas cognitivas. Conhecimento com maior extensão exige maior generalização, numa tentativa contínua de manter a unidade da estrutura (vista aqui como integração). Esta mesma dinâmica pode ser observada no desenvolvimento das ciências, enquanto busca novas relações causais, generalização mais ampla e leis físicas mais abrangentes, num trabalho contínuo de reconstrução do antigo.

Os objetos aqui considerados podem, portanto, estabelecer esta ponte entre o sujeito e o objeto na aquisição do conhecimento. Mas aqui, podemos levantar um questionamento: não estariam os ODAI restritos em suas possibilidades por não contarem com o sensorial em sua totalidade, como acontece no mundo do real?

Se assim fosse, estaríamos afirmando a primazia do sensorial na aquisição do conhecimento. A hipótese de uma origem sensorial do nosso conhecimento pode levar a conclusões paradoxais tais como a proposta por Planck, citada por Piaget:

“[...] os nossos conhecimentos físicos seriam tirados de sensações, mas o seu processo consiste precisamente em se libertar de qualquer antropomorfismo e, por consequência, em se afastar tanto quanto possível do dado sensorial! Donde, concluiríamos que o conhecimento, portanto, nunca provém da sensação só por si, mas sim do que a ação acrescenta a esse dado”(PIAGET, 1972, p. 80).

Este paradoxo tem solução se pensarmos que o conhecimento físico se distancia do sensorial, de fato, mas não procede dele e nem da percepção pura, mas implica ...

“[...] uma esquematização lógico-matemática das percepções assim como das ações assim exercidas sobre os objetos; começando por tal esquematização, é então natural que estas junções lógico-matemáticas se tornem cada vez mais importantes com o desenvolvimento dos conhecimentos físicos e, por consequência, que estes se afastem sempre cada vez mais das percepções como tal” (idem, pág. 90).

A sensação é de natureza simbólica e atua principalmente nos estágios elementares da formação dos conhecimentos. Porém, necessita da atuação do sujeito (percepção) para, a partir das qualidades do objeto, retirar as suas relações causais (propriedades). Num ambiente virtual, a distinção entre sensação e percepção deve estar muito clara, posto que sem ela não se podem conceber as interações em 3D e em CAVES¹.

¹ Ambientes de realidade virtual imersiva tridimensional.

“A este respeito pode citar-se uma experiência crucial: a de Ivo Kohler com sujeitos que, munidos de óculos com espelhos invertendo os objetos em 180° voltam a endireitá-los [perceptivamente] ao fim de alguns dias (a ponto de circularem de bicicleta pelas ruas de Innsbruck com estes óculos no nariz!). Nada mostra melhor como a percepção visual pode ser influenciada pela ação inteira, com ação retroativa da motricidade sobre a percepção e coordenação dos teclados visuais e tátilo-cinestésicos. [...] Os nossos conhecimentos não provêm nem da sensação nem da percepção isoladas, mas da ação inteira da qual a percepção constitui somente a função de sinalização. O próprio da inteligência não é, com efeito, contemplar, mas “transformar”. E o seu mecanismo é essencialmente operatório (Idem, pág. 83)”

No entanto, a ação isolada não garante conhecimento. Um objeto pode levar a aquisição de conhecimento se o mesmo orientar as diversas possibilidades de interação à generalização das ações, ou seja, aumentar a extensão do conceito ao mesmo tempo em que aumenta sua compreensão, possibilitando, a partir daí, a transposição do conhecimento a outras situações. A percepção nunca atua sozinha e se descobrimos as propriedades do objeto é por acrescentar algo à percepção.

“A experiência nunca é acessível senão por intermédio de quadros lógico-matemáticos, consistindo em classificações, ordenações, correspondências, funções etc. A própria leitura perceptiva supõe a intervenção desses quadros ou dos seus esboços mais ou menos indiferenciados. No outro extremo, a física como ciência da experiência mais evoluída é uma perpétua assimilação do dado experimental a estruturas lógico-matemáticas, porque o próprio refinamento da experiência é função dos instrumentos lógico-matemáticos utilizados a título de intermédios necessários entre sujeito e os objetos a atingir” (idem pág. 90).

Desta forma, é preciso verificar se um objeto, apesar de “sensibilizar adequadamente o aprendiz”, não se torna inócuo, incapaz de transformar estruturas cognitivas. Uma visão pouco abrangente de aprendizagem considera as mudanças cognitivas oriundas diretamente da percepção. Possivelmente seja esta a razão pela qual qualquer meio que promova a comunicação com o sujeito é chamado de objeto de aprendizagem.

Um objeto, para ser assimilado, deve provocar perturbações no sistema de significação do aprendiz, ou dito em linguagem popular, deve “fazer sentido” para ele. Este ponto poucas vezes tem sido enfrentado diretamente por ser essencialmente pessoal.

“Um dispositivo só pode ser gerador de conflito (epistêmico) até certos níveis de dados, para a estrutura considerada, por outras palavras, não ser perturbador em si mesmo e por assim dizer em absoluto; mas, pelo contrário, concebido como perturbador ou não, conforme os elementos já ou ainda não adquiridos da estrutura em formação” (PIAGET 1977, PÁG. 57).

Nesse sentido, podemos analisar o ODAI sob duas abordagens complementares. Uma primeira, enquanto produto de conhecimento; ao ser capaz de disponibilizar possibilidade crescente de interação, viabiliza as condições necessárias à tomada de consciência, seja de conceitos técnicos, onde predominam o pensamento lógico axiomático, seja de caráter humano, com predominância do pensamento social-afetivo.

Uma segunda abordagem, mais analítica, buscaria na interação objeto-aprendiz, um acompanhamento dos processos cognitivos em desenvolvimento durante a interação, através do registro de suas interações com o objeto.

5. A contribuição da tecnologia digital

Tudo que está ao nosso redor pode ser usado como material de apoio para uma sessão de aprendizagem, ou seja, o que está no mundo é um objeto de aprendizagem. Entretanto, muitos desses objetos, por sua natureza (formação ou construção), podem apresentar características que dificultam o processo de mediação. Desta forma, uma tarefa pedagógica relevante é a produção de materiais específicos para o apoio à atividade escolar.

Com este objetivo, um professor pode criar experimentos de laboratório apropriados para a aprendizagem. Em geral, o aumento de especificidade do produto gera uma agregação de custos por não serem fabricados em linha de produção. O uso de recurso digital, de forma que possa ser integrado em diferentes mídias, abre um campo novo para a produção de materiais didáticos.

O material digital é mais flexível e o processo de produção em escala é diferenciado e, portanto, constitui-se em uma excelente alternativa. A seguir apresentamos algumas contribuições introduzidas pela tecnologia digital na concepção desses objetos: a) No virtual existe a possibilidade de criar objetos de diversos níveis de interação, tal como ocorre com os videogames, onde os jogos possuem vários graus de dificuldade; b) Aos objetos digitais podem ser integrados agentes inteligentes que desempenhem, de alguma forma, o papel de um assistente que poderia instigar a exploração por parte do aluno; c) Objetos podem fazer os registros dos usos, por diferentes sujeitos, possibilitando a criação de ferramentas de apoio à análise do professor e reflexão do aluno; d) Objetos digitais são mais fáceis de serem reutilizados (disponíveis na rede), dando acesso a um grupo maior de usuários em interação e; e) Objetos digitais são reconfiguráveis, extensíveis, adaptativos e componíveis, ampliando suas possibilidades de uso.

6. Objetos Interacionistas – Exemplificando a discussão

Suponha que desejamos realizar sessões de aprendizagem para construção do conceito de equilíbrio dos corpos estáticos (somatório dos momentos angulares). Um exemplo prático disso pode ser observado na distribuição dos objetos em uma bandeja transportada por um garçom.

Do ponto de vista teórico podemos dizer que um sujeito domina tais conceitos quando consegue operar com as relações do tipo “grupo comutativo INRC (Identidade, Negação Lógica, Reciprocidade e Correlatividade)” em um dado sistema.

Para trabalhar essas operações poderíamos pensar em utilizar uma balança de uso comercial, ilustrada na Figura 1.

Entretanto, um estudo criterioso nos mostra que apenas uma parte de nossa exploração pode ser realizada com esse objeto. Por exemplo, sendo fixo o ponto de apoio da balança não poderemos estudar as relações entre a distância do peso a esse ponto.

Podemos inventar um objeto de aprendizagem interacionista que dê conta da exploração do grupo INRC. Com este fim, concebemos a balança apresentada na Figura

2. Nela serão utilizados conceitos pertinentes ao equilíbrio na balança de braço (gangorra), o que irá permitir a verificação dos processos cognitivos em desenvolvimento durante a interação do aprendiz com o objeto.



Figura 1: Balança de Pratos



Figura 2: Balança de braços tipo gangorra

Em sua concepção física, essa balança pode não apresentar nenhuma diferença sensível em relação à balança da figura 1, por fundamentar-se na forma de interação do aprendiz frente ao objeto. A opção de utilizar braços horizontais ao invés de pratos deve-se a sua familiaridade com as gangorras de parques de diversão, não comprometendo o entendimento dos adultos e favorecendo o das crianças. Além disso, nesse novo objeto, os pesos de madeira podem ser colocados em diferentes posições do braço, permitindo uma variação do equilíbrio, tanto com relação aos pesos quanto às distâncias ao centro da balança.

Nesse outro tipo de balança, as relações do grupo INRC podem ser trabalhadas, como podemos ilustrar nos seguintes casos: a) equilibrar dois blocos de tamanhos diferentes; b) compensar a alteração do peso, com a distância e; c) reequilibrar a balança em função do tamanho diferenciado dos braços.

O trabalho de mediação consiste em acompanhar o desenvolvimento das atividades de cada aprendiz, e propor novos problemas, considerando as respostas que cada um estabelece durante a interação com o objeto.

Por exemplo, a partir da proposta “Pegue dois blocos iguais e equilibre-os na balança”, poderemos observar os seguintes tipos de interação do sujeito: a) Colocar os dois blocos no mesmo lado; b) Colocar um bloco de cada lado, mas com demora, acertando o equilíbrio por método sensório-motor e, c) Colocar os blocos de maneira rápida e imediata.

Neste ponto o leitor pode estar se perguntando: O que podemos, então, obter de vantagem com o uso da tecnologia digital na construção de um ODAI para o problema proposto?

Acreditamos que existe um repertório bastante extenso de repostas as quais não pretendemos esgotar aqui. Entretanto, fazemos uma breve ilustração a partir de um experimento que estamos realizando no Laboratório de Estudos Cognitivos – LEC-UFRGS, como parte de pesquisas do Programa de Doutorado em Informática na Educação (PGIE-UFRGS).

A Figura 3 ilustra uma simulação da balança-gangorra (Figura 2), que está sendo prototipada. A programação está sendo realizada em ActionScript-Flash, com formas

estilizadas. Dependendo da idade do aprendiz, convém dar a opção de uma representação mais real, podendo-se utilizar fotografias para obter uma maior similaridade com a balança real.

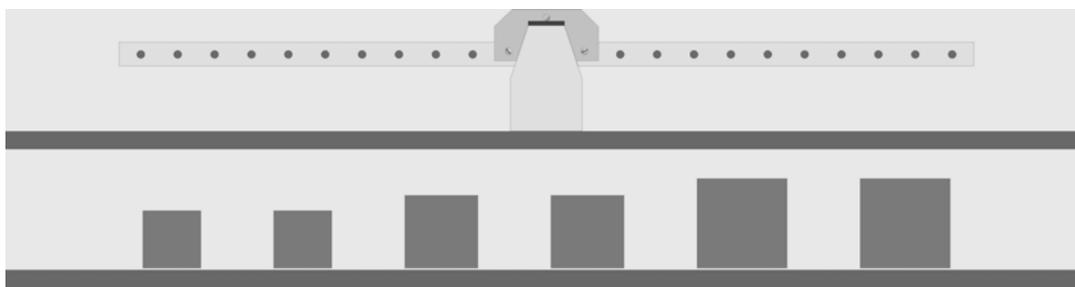


Figura 3: Simulação da Balança-gangorra em Flash.

Uma primeira resposta nos ocorre de forma bastante imediata: Dado que a nova balança é feita de bits e não de átomos (Negroponte, 1995) o seu custo de reprodução e transporte é baixíssimo. Utilizando a Internet, esta balança estará disponível a qualquer hora, em qualquer lugar! Além disso, se ela fizer parte de um repositório, poderá ser facilmente encontrada por outros professores.

Como o ambiente de exploração é digital, podemos agregar ao objeto o registro de todas as operações realizadas pelo sujeito, permitindo assim que o professor possa conhecer todas as suas atividades, ainda que não esteja presente. A partir desses dados, o professor terá a possibilidade de acompanhar o desenvolvimento dos processos cognitivos presentes na interação do sujeito com o objeto.

A natureza digital nos proporciona ter, ao invés de um único exemplar, toda uma família de balanças que podem ser obtidas pela customização dos parâmetros que representem suas propriedades físicas, tais como, acabamento de superfície, cor, forma, volume e substância dos pesos, comprimento dos braços, etc. Isso permitirá agregar possíveis lógicas ao ODAI, que implicariam, no caso dos objetos reais, a uma replicação de inúmeros objetos, o que se torna inviável economicamente para o sistema escolar.

O registro das interações de diferentes sujeitos com nossa balança dá origem a um banco de dados que pode alimentar um agente sintético (inteligente) que, agindo como tutor, pode propor novas questões, que podem incluir o uso de diferentes mídias, outras simulações, etc, levando, dependendo do tipo de resposta, a uma nova etapa construtiva.

7. Considerações Finais

As experiências já realizadas com vários sujeitos utilizando a balança apresentada na seção anterior, forneceram os subsídios necessários para a execução do protótipo virtual em construção. A condução de sessões de aprendizagem, apoiadas pelos objetos aqui preconizados, apresenta como diferença fundamental em relação às práticas transmissivas, a realização de interações abertas e passíveis de modificações. Estas interações podem ser tão numerosas quanto os objetos contidos no repositório do ambiente. A própria criação das etapas construtivas pode levar a critérios que orientem a produção de novos objetos.

No exemplo da balança, quando é solicitado ao aprendiz que coloque os braços em equilíbrio, supondo que o sujeito tivesse colocado os dois blocos no mesmo lado da balança, poderia ser proposta uma nova questão, um vídeo ou uma nova simulação que

o levasse a pensar na relação entre o peso e sua distância ao centro da balança. Caso o sujeito não obtivesse compreensão, nesse processo, poderia ser proposto um outro experimento, levando-se em consideração que ele pode apresentar estados cognitivos diferentes, em diferentes situações.

Nosso trabalho prossegue hoje em várias vertentes. A partir do objeto aqui apresentado estão sendo feitas sessões de uso com alunos do ensino fundamental em Escolas Públicas de Porto Alegre. Este trabalho realimentará nossas concepções sobre a implementação que se fez do objeto e nos possibilitará uma reflexão sobre características importantes que um objeto deve ter para facilitar o trabalho do professor em uma sessão e em futuras sessões com a participação do mesmo aluno. A análise dos resultados com o uso da balança digital nos dará elementos para a concepção de um agente de software para simular o um investigador. Por outro lado, estamos explorando o conceito de Arquitetura Pedagógica (Carvalho, Nevado, Menezes, 2005), uma abordagem para software educacional que não se limita à discussão do objeto em si, mas sim de todo o processo desenvolvido por professores e alunos.

A continuidade da pesquisa em ODAI dará subsídios para a produção de novos objetos com uma estruturação baseada na teoria construtivista de Piaget. Outro aspecto a ser considerado será o de auxiliar autores de objetos pedagógicos, já produzidos, para que esses sejam reformulados e contemplem características interacionistas, permitido sua reutilização nos processos de aprendizagem.

No futuro, esses objetos interacionistas poderão estar disponíveis em ambientes virtuais que, além das ferramentas características dos ambientes atuais (acompanhamento das interações do sujeito por meio de fóruns, chats, diários de bordo, etc), terão um agente inteligente que possa verificar os níveis de interação e cognição, propondo novas estratégias que oportunizem o processo customizado para esse sujeito.

Referências Bibliográficas

- Piaget, J. 1974: *Aprendizagem e Conhecimento*, em Piaget, P. & Gréco, P., *Aprendizagem e Conhecimento*, Freitas Bastos, Rio de Janeiro.
- Piaget, Jean, *O Desenvolvimento do Pensamento, Equilíbrio das Estruturas Cognitivas – Original: L'Équilibration des Structures Cognitives*, Dom Quixote, Lisboa, 1977
- Piaget, Jean, *Psicologia e Epistemologia*, Dom Quixote, Lisboa, 1972
- Piaget, Jean, *A formação do símbolo na criança – Original: La Formation du Symbole chez L'enfant*. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1971.
- Negroponte, N. *Vida Digital*, Companhia da Letras, 1995.
- Wiley, D. A. (2000). *Learning object design and sequencing theory*. Unpublished doctoral dissertation, Brigham Young University. Available: <http://davidwiley.com/papers/dissertation/dissertation.pdf>
- S. Lajoie, S., Derry, S., editors. *Computers as Cognitive Tools*. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1993.
- Carvalho, M.J. S., Nevado, R.A., Menezes, C.S., *Arquiteturas Pedagógicas para Educação a Distância: Concepções e Suporte Telemático*, Simpósio de Informática na Educação, Juiz de Fora – MG, 2005