

Implementação de Objetos de Aprendizagem no Ensino de Matemática

Laécio Nobre de Macedo, José Aires de Castro Filho, Antônio Luiz de O. Barreto, Lorena S. Camelo, Alisandra C. Fernandes, Mauro C. Pequeno

Instituto UFC Virtual – Universidade Federal do Ceará (UFC)
Av. Humberto Monte, s/n, bloco 901, 1º andar. – Fortaleza – CE – Brasil

laecio@virtual.ufc.br, aires@virtual.ufc.br, alobarreto@yahoo.com.br,
lorena_ufc@hotmail.com, alisandra@virtual.ufc.br, mauro@virtual.ufc.br

Abstract. *This paper describes the methodology for learning objects' (LO) implementation in school and aims to help teachers in this implementation and monitor the development of algebraic concepts as unknown, equation, inequality and the equivalence principle under use of a learning object called Interactive Balance. The study was composed of five steps: training of teachers, lesson plan with the use of learning objects, observing the implementation of LO, clinical interviews with students and interviews with the teacher. In the object' implementation there are 35 students in 7th grade and math teacher in the class. The results indicate the vital role of the planning in learning objects' implementation in school and how these objects can facilitate the development of mathematical concepts.*

Resumo. *Este artigo descreve a metodologia utilizada para implementação de objetos de aprendizagem (OA) na escola e tem como objetivos auxiliar o professor na implementação de OA no planejamento escolar e verificar o desenvolvimento de conceitos algébricos como incógnita, equação, inequação e princípio de equivalência decorrentes do uso de um objeto de aprendizagem denominado Balança Interativa. O estudo foi composto de cinco etapas: capacitação dos professores, planejamento de aula com uso de objetos de aprendizagem, observação da implementação do OA, entrevistas clínicas com os alunos e entrevista com o professor. Na implementação do objeto contamos com a participação de 35 alunos do 7º ano e do professor de matemática da turma. Os resultados apontam para o papel imprescindível do planejamento na implementação de OA na escola e no quanto estes objetos podem favorecer o desenvolvimento de conceitos matemáticos.*

Introdução

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) deram um novo suporte ao ato de ensinar e aprender. O uso de softwares educacionais, as pesquisas na internet e o trabalho com projetos colaborativos podem ser utilizados pelo professor como apoio ao ensino (Vidal *et. al.*, 2002). Esses recursos aliados à mediação do professor ajudam os alunos na resolução de problemas, na experimentação e na análise de hipóteses, criando condições para uma aprendizagem mais efetiva e em sintonia com as necessidades do mundo contemporâneo. (Kenski, 2003).

Pesquisas sobre o uso de ferramentas digitais indicam que a mediação do professor e um bom planejamento podem potencializar a aprendizagem dos estudantes (Castro-Filho, 2007; Freire, 2007; Leite, 2006; Macedo *et al.*, 2008). O uso do laboratório de informática educativa apenas para preencher a lacuna de algumas aulas ou como mera complementação das atividades escolares, sem que as relações com o conteúdo sejam estabelecidas não produz resultados significativos (Kulik, 2003).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivos auxiliar o professor na implementação de objetos educacionais digitais no planejamento escolar e verificar o desenvolvimento de conceitos algébricos como incógnita, equação, inequação e princípio de equivalência decorrentes do uso de um objeto de aprendizagem intitulado Balança Interativa. Argumenta-se que três elementos são essenciais para que os alunos possam se beneficiar do uso desses recursos: 1) uma teoria que fundamente o uso desses objetos; 2) a escolha de objetos que efetivamente possam auxiliar os alunos na exploração dos conceitos desejados e 3) a mediação do professor.

Na próxima seção apresenta-se o embasamento teórico com foco na Teoria dos Campos Conceituais. Em seguida discute-se o uso de objetos de aprendizagem na escola. Logo após, detalha-se a metodologia utilizada na pesquisa. Na quinta seção é feita a discussão e análise dos resultados. Na última seção é realizada uma síntese dos resultados alcançados.

1. Teoria dos Campos Conceituais

Uma das teorias mais importantes da educação matemática contemporânea é a Teoria dos Campos Conceituais, desenvolvida pelo professor e pesquisador Gerard Vergnaud. Há muito, as suas idéias têm ajudado os pesquisadores a entender a formação dos conceitos matemáticos por parte dos alunos, a partir da observação de suas estratégias de ação. No Brasil, muitas pesquisas são fundamentadas por essa teoria. Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN - de Matemática foram influenciados por esta elaboração teórica (Brasil, 1998).

A teoria dos campos conceituais é uma teoria pragmática, ou seja, que faz apelo à noção de situação e das ações dos sujeitos nestas situações. Para Vergnaud (1991), o conhecimento matemático emerge na resolução de problemas. Seguindo uma linha construtivista, essa teoria trabalha a questão da aquisição de conceitos,

negando a proposta tradicional de ensino baseado na simples transferência de conhecimentos prontos e acabados.

Para o autor, a compreensão de um conceito, por mais simples que seja, não se restringe a sua definição nem pode estar baseado somente numa situação, mas em várias. Da mesma forma, uma única situação-problema pode envolver vários conceitos matemáticos. Portanto, Vergnaud considera mais apropriado falar-se de campos conceituais e não somente de conceitos.

Segundo G. Vergnaud, um conceito está definido conforme a figura abaixo:



Figure 1 - Tríade de Vergnaud – Fonte: Magina (2005)

Para Vergnaud a formação do conceito é definida através de um tripé, formado por, um conjunto de Situação, conjunto de Invariantes e um conjunto de Representações Simbólicas (Vergnaud, 1991 e 1997).

O conjunto de **situações** é o que dá “sentido” ao conceito. Quanto mais situações, mais amplo é o significado desse conceito. O conjunto de **invariantes** sobre as quais repousa o conceito (propriedades, relações) trata das propriedades que definem o objeto e dos procedimentos adotados pelo aluno para resolver as situações. O conjunto de **representações** simbólicas permite que o aluno se expresse sobre o conceito, relacionando o significado com as propriedades do objeto (Vergnaud, 1997).

Dessa forma, cabe ao professor na sua prática em sala de aula identificar os conhecimentos implícitos (invariantes) dos seus alunos, por meio de diagnósticos; isso implica na identificação dos processos usados na resolução dos problemas e torná-los explícitos, por meio de diversas representações simbólicas, usando várias situações-problema.

O **campo conceitual** é uma unidade significativa de relações entre conceitos. Assim, não podemos estudar os conceitos isoladamente. Por exemplo, a análise de

situações de multiplicação e de divisão põe em jogo uma grande variedade de conceitos: proporcionalidade simples, múltipla, função linear, fração, espaços vetoriais etc.

O uso de Objetos de Aprendizagem (OA) deve pressupor uma ou mais situações- problemas que devem ser resolvidos pelos alunos usando uma variedade de representações e conseqüentemente pondo em ação um conjunto de invariantes. Na seção seguinte apresentamos uma breve definição desses materiais digitais e seu uso pedagógico na esfera educacional.

3. Objetos de Aprendizagem

A criação de materiais digitais tem sido uma das grandes preocupações, tanto nos meios comerciais como acadêmicos. Oferecer meios possíveis para o uso da tecnologia na escola tornou-se um desafio. Com o objetivo de solucionar essa problemática encontramos nos chamados objetos de aprendizagem uma possibilidade viável para o uso de alguns recursos digitais (vídeo, animação, simulação, etc.) “os quais permitem que professores e alunos explorem conceitos específicos em matemática, ciências, linguagem etc.” (Castro-Filho, 2008, p. 3)

Na literatura encontramos várias definições para o termo objetos de aprendizagem, entre elas, a mais usada, apresenta estes objetos como qualquer entidade digital ou não-digital, que pode ser usada, re-usada ou referenciada durante a aprendizagem apoiada pela tecnologia (IEEE, 2000).

Neste estudo adotamos a classificação proposta por Nunes (2005). Para esse autor os objetos de aprendizagem são materiais digitais (imagens, documentos, simulações, vídeos, recursos multimídia etc.) que apóiam o processo de ensino e aprendizagem e têm um objetivo educacional bem definido.

Segundo Castro-Filho (2008), apesar de não existir um consenso sobre a definição dos objetos de aprendizagem, essas ferramentas devem :

- (1) ser digitais, isto é, possam ser acessados através do computador, preferencialmente pela Internet;
- (2) ser pequenos, ou seja, possam ser aprendidos e utilizados no tempo de uma ou duas aulas;
- (3) focalizar em um objetivo de aprendizagem único e
- (4) ser de fácil utilização. Castro-Filho (2008, p. 3)

Em relação a seu potencial pedagógico, lembramos que as interações entre estudantes e professores são fundamentais, e usar os OA significa, além de propor possíveis interações, favorecer o processo de obtenção de conhecimentos por parte dos alunos.

Na próxima seção descreve-se o objeto de aprendizagem Balança Interativa que foi utilizado neste estudo.

3.1. Representação icônica no Balança Interativa

O Balança Interativa é composto de 10 níveis. Os níveis 1 a 5 apresentam o conteúdo algébrico de forma icônica, ou seja, utilizam a metáfora da balança de dois pratos e pesos virtuais (representação icônica) que devem ser manipulados na balança até que seus valores sejam descobertos (Figura 3).

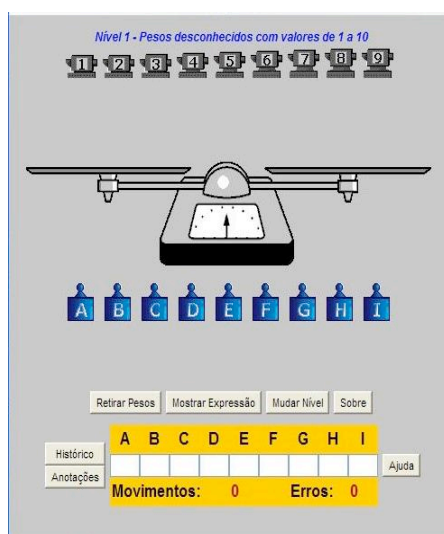


Figura 2 – Balança Interativa – Representação icônica

No primeiro nível, o aluno depara-se com pesos desconhecidos (letras que vão do A ao I) cujos valores variam de 1 a 10. Ele tenta descobrir os valores numéricos dessas letras, cada uma, representada por algarismos diferentes. Estabelecendo combinações de igualdade e desigualdade por meio da "balança de dois pratos" o aluno pode chegar ao resultado procurado. Por exemplo, se ele ao escolher o peso A e depois de alguns movimentos souber que $A > 5$, $A > 6$ e $A < 8$ concluirá que o único valor a ser atribuído ao peso A só poderá ser 7.

No nível 2, o grau de dificuldade aumenta e o aluno terá que manipular a balança um número maior de vezes, pois o valor dos pesos desconhecidos passa a variar de 1 a 20. O mesmo ocorre no nível 7. Nos outros níveis, o valor dos pesos desconhecidos varia de um à dez.

Do nível 3 ao nível 5 os pesos conhecidos (números) começam a faltar. O objetivo é criar desafios cada vez maiores de forma que o jogo se torne mais emocionante a cada nível que o usuário consegue avançar. Ver exemplo na Figura 4.

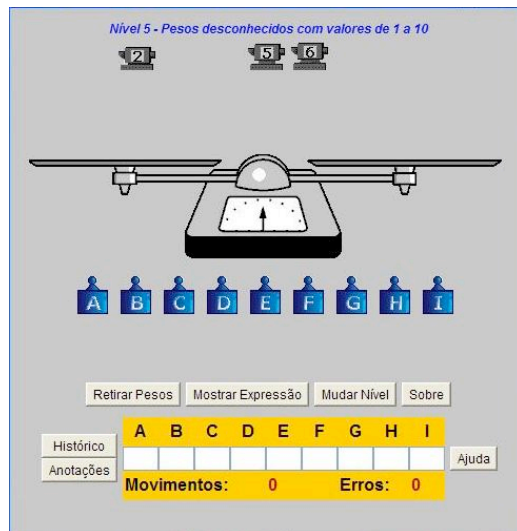


Figura 3 – Balança Interativa – Nível 5 [faltam 6 pesos numéricos]

Enquanto é manipulado, o OA vai registrando o número de erros e de movimentos realizados pelo aluno no uso da balança. O objetivo desse recurso é disponibilizar para o aluno, bem com ao professor, um *feedback* de suas ações. Esse recurso permite que o próprio usuário avalie se está tendo uma boa performance durante a utilização do Balança Interativa. Vale salientar que neste contexto virtual não existe punição ao aluno, em caso de erro, nem o uso de reforço positivo quando o usuário acerta a resposta.

No nível 3 - faltam dois pesos conhecidos, no nível 4 - faltam quatro pesos e no nível 5 - faltam seis pesos. Essa diminuição progressiva do número de pesos conhecidos tem por objetivo levar o usuário a utilizar outras estratégias, que vão além da tentativa e erro, pois, nos casos anteriores (níveis 1 e 2), havia um peso conhecido para cada incógnita a ser descoberta e isto permitia que o usuário descobrisse o valor da incógnita sem maiores dificuldades. Do nível 3 ao nível 5 a situação se inverte: há mais incógnitas do que números para equilibrar a balança virtual.

A Figura 4 descreve a tela principal do Balança Interativa e suas funções.

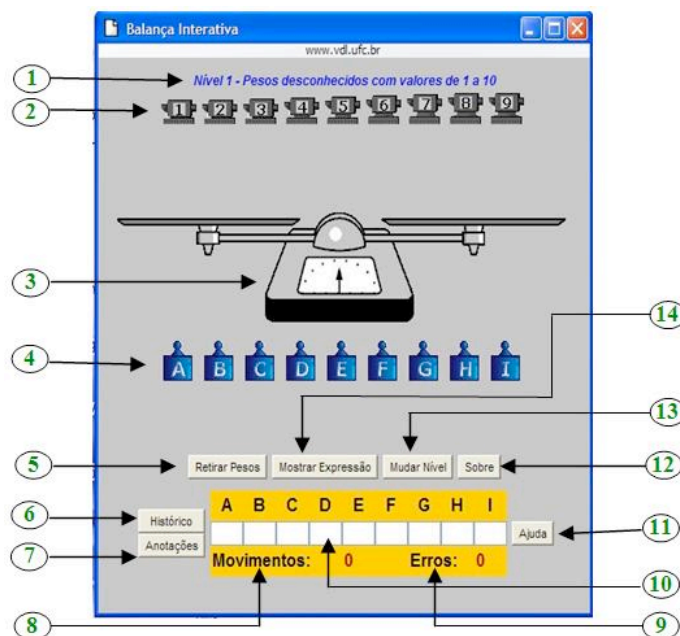


Figura 4 – Tela inicial do Balança Interativa

Listam-se abaixo, os comando e funções do OA Balança Interativa:

1. Indica o nível que está sendo utilizado. Ao clicar em Jogo, o usuário pode escolher um dos dez níveis que deseja utilizar para iniciar o jogo.
2. Pesos numéricos ou pesos conhecidos (representação icônica) – a quantidade de pesos diminui acordo com o nível de utilização.
3. Balança virtual utilizada para a manipulação dos pesos (representação icônica).
4. Pesos com letras ou pesos desconhecidos (representação icônica) – representam as incógnitas a serem encontradas cujos valores não se repetem no mesmo nível de utilização (letras A - I).
5. Retira todos os pesos que estão nos pratos da balança sem a contagem de movimentos.
6. Registro de todas as tentativas feitas pelo usuário.
7. Permite que sejam feitas pequenas anotações sobre o jogo.
8. Registra o número de movimentos efetuados pelo usuário em cada nível.
9. Registra o número de erros do usuário em cada nível.
10. Local onde são colocados os valores das incógnitas.
11. Notas de ajuda para orientar aos usuários sobre a utilização do OA.
12. Mostra os créditos da obra.
13. Permite que o usuário mude de nível em qualquer momento do jogo.
14. Mostra a expressão algébrica representada na balança virtual.

No nível 5 do Balança Interativa (Figura 3), o usuário dispõe de apenas três números para fazer a comparação na balança virtual e descobrir o valor das incógnitas. Neste contexto, o usuário não consegue resolver as situações proposta pelo objeto utilizando apenas a estratégia tentativa e erro. Para se adaptar à nova situação, ele começa a desenvolver novas estratégias diferenciadas, como por exemplo: as estratégias busca pela metade, análise de intervalo, subtração indireta, teste do valor intermediário e combinação de estratégias. Estas estratégias foram identificadas em estudos anteriores conduzidos por Castro-Filho *et al.* (2003).

3.2. Representação Simbólica no Balança Interativa

A partir do nível 6 até o nível 10, o objeto não apresenta mais a figura da balança. Desse nível em diante, a representação icônica é substituída pela representação numérica ou simbólica. Este recurso é utilizado com o objetivo de levar o usuário a ir se familiarizando com a linguagem Matemática utilizada nas equações algébricas (Figura 6).

15

16

17

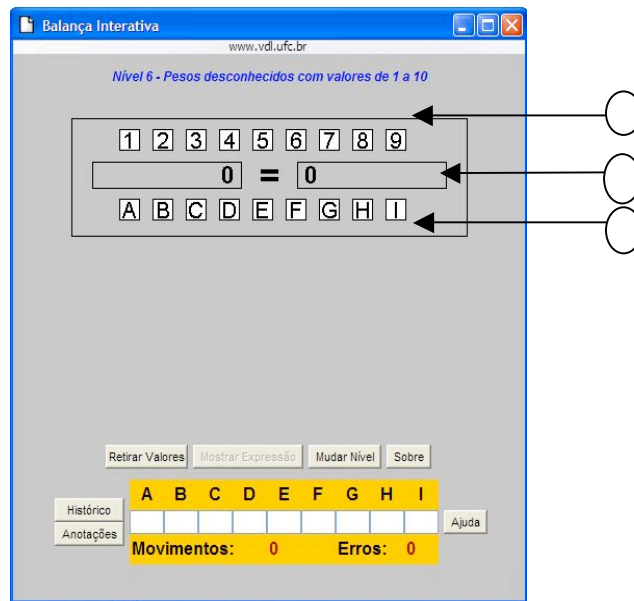


Figura 5 – Balança Interativa – Representação Simbólica

15. Números (representação simbólica) substituem a figura dos pesos virtuais (representação icônica).

16. Tabuleiro ou área de comparação onde os números são colocados. A balança virtual foi retirada (representação icônica).

17. Letras ou incógnitas (representação simbólica). Não há mais a figura dos pesos (representação icônica).

Importante salientar que os níveis 6, 7, 8, 9 e 10 possuem as mesmas características dos níveis 1, 2, 3, 4 e 5, apresentam o desafio de encontrar incógnitas com diminuição progressiva dos números desconhecidos, mas sem apresentar a balança virtual, ou seja, a representação icônica é substituída pela representação simbólica. Este mesmo recurso, de passar de uma representação icônica à representação algébrica, pode ser observado em estudos com sequências didáticas realizadas por Da Rocha Falcão *et al.* (2000), Pinto (2001), Lins Lessa (2005).

Do nível 8 ao nível 10 os pesos conhecidos (números) começam a faltar: no nível 8 - faltam dois pesos conhecidos; no nível 9 - faltam quatro pesos e finalmente no nível 10 - faltam seis pesos. Essa diminuição gradativa de pesos conhecidos tem o objetivo de levar o usuário a pensar em novas estratégias de resolução, das situações propostas pelo OA, conforme foi observado em investigações anteriores conduzidas por Castro-Filho *et al.* (2003).

A Figura 6 apresenta alguns recursos do Balança Interativa.

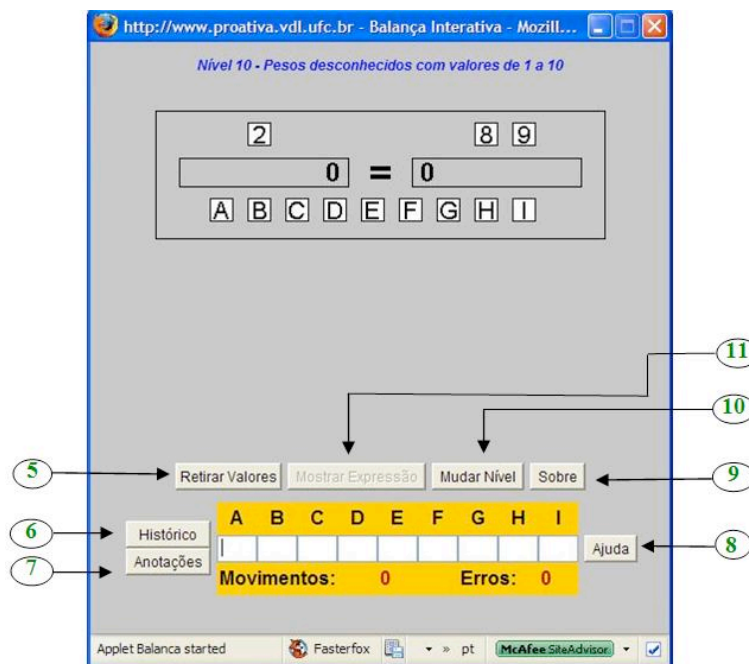


Figura 6 – Balança Interativa – Nível 10 [Faltam seis números conhecidos]

Como pode ser observado na Figura 6 o Balança Interativa apresenta os seguintes recursos: mostrar expressão, retirar pesos, histórico e anotações que têm por finalidade auxiliar o usuário no uso do objeto de aprendizagem. Suas funções estão descritas, a seguir:

5. Mostrar Expressão: Este botão permite que o usuário tenha acesso à representação simbólica correspondente à forma algébrica da relação contida na balança;
6. Mudar Nível: Este recurso permite a mudança de nível a qualquer momento do jogo. Conforme Macedo, Macedo e Castro-Filho (2007), esta é uma das características que diferem um objeto de aprendizagem construtivista de um OA behaviorista;
7. Sobre: Mostra os créditos (nome dos desenvolvedores e da Instituição na qual o objeto de aprendizagem foi desenvolvido);
8. Ajuda: Fornece ajuda ao usuário sobre como utilizar o Balança Interativa;
9. Retirar Pesos: Retira todos os pesos que estiverem sobre a balança;
10. Histórico: Permite ao usuário ter acesso imediato a todos os passos (movimentos) por ele realizado no nível do jogo em que se encontra;
11. Anotações: É como uma folha em branco onde o usuário pode anotar informações importantes sobre as relações encontradas durante a partida. Esse dispositivo na verdade, serve para que, aos poucos, o usuário vá deixando de lado o lápis e papel e passe a fazer suas anotações no próprio objeto de aprendizagem.

4. Metodologia

A pesquisa teve um cunho qualitativo, utilizando elementos da pesquisa-ação. O pesquisador acompanhou uma turma do sétimo ano de uma Escola Pública Municipal e analisou a implementação do objeto de aprendizagem Balança Interativa. Após a implementação do objeto, alguns alunos foram acompanhados pelo experimentador através de entrevistas baseadas no Método Clínico (Carragher, 1989).

4.1. Participantes e Local

Participaram da pesquisa trinta e cinco (35) alunos e um (01) professor de matemática de uma escola pública municipal. O professor da turma é licenciado em matemática e possui especialização em ensino de matemática, mas nunca havia utilizado nenhum tipo de recurso digital em suas aulas

4.2. Procedimentos Metodológicos

Nesta pesquisa fez-se uma adaptação do modelo de implementação de OA proposto por Fernandes (2009), apresentado no (Figura 7). Dessa forma, o presente estudo foi dividido em cinco etapas: (1) formação com os professores, (2) planejamento de uma aula com uso de um objeto educacional digital, (3) observação da implementação do mesmo, (4) entrevistas clínicas com os alunos e (5) entrevista com o professor.

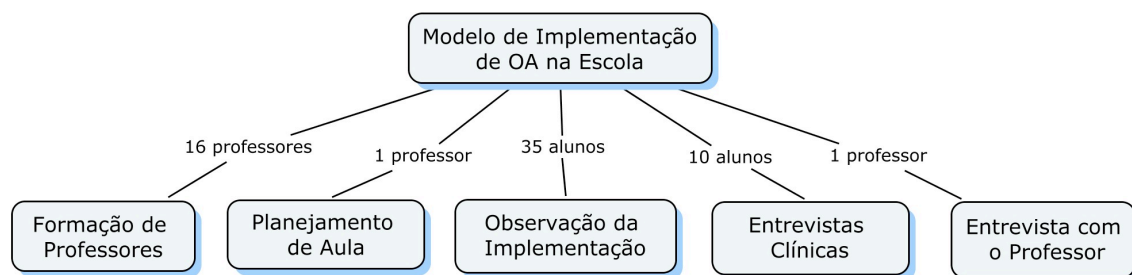


Figura 7: Modelo de Implementação de OA na Escola

4.3. Material

Nesta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais: diário de campo, gravador de voz digital tipo MP4 e o objeto de aprendizagem Balança Interativa.

4.4. Etapas para Implementação de OA na Escola.

Na etapa 1, a formação com os professores consistiu em dois encontros, cada um com duas horas de duração, estavam presentes 16 professores, 1 professor responsável pelo Laboratório de Informática Educativa (LIE) e a diretora. Os encontros foram divididos em dois momentos: teórico e prático. Discutiu-se um texto sobre o uso de objetos de aprendizagem e logo em seguida os professores foram convidados a explorar os objetos de aprendizagem contidos no repositório do RIVED - Rede Interativa Virtual de Educação¹. Esta atividade foi conduzida pelos pesquisadores.

Houve momentos de teoria e prática. No primeiro momento foi realizada uma exposição dos conceitos de objeto de aprendizagem e de suas potencialidades na educação. Logo depois os professores foram convidados a explorar vários objetos de aprendizagem e tiveram a oportunidade de conhecer os objetos de aprendizagem de cada área de conhecimento em que atuam. Durante a formação registramos informações relevantes e comentários dos professores dispostos a seguir:

A etapa 2 foi o planejamento, juntamente com o professor, de uma aula utilizando um objeto educacional digital. Alguns professores se comprometeram, mas, efetivamente, apenas o professor da disciplina de matemática participou do planejamento. No dia marcado, nos reunimos com ele para fazer o planejamento da aula e, nesta oportunidade, mostramos ao professor vários objetos de aprendizagem de matemática. Ele escolheu o objeto de aprendizagem Balança Interativa² justificando que este objeto se ajustava perfeitamente ao conteúdo da aula que iniciaria nos próximos dias.

Na terceira etapa os pesquisadores observaram a implementação do objeto de aprendizagem Balança Interativa. A implementação do OA ocorreu um dia depois da aula introdutória sobre equações do 1º grau. O processo foi conduzido pelo professor de matemática da turma e contou com o apoio do responsável pelo Laboratório de Informática Educativa da escola.

Esta implementação ocorreu da seguinte forma: o professor dividiu os alunos em equipes e escolheu os computadores onde cada equipe deveria sentar. Quando todos estavam prontos ele explicou aos alunos como a atividade seria realizada. Nesse mesmo tempo, ele mostrou aos alunos o funcionamento do objeto Balança Interativa.

Na quarta etapa, entrevistas clínicas individuais, dez (10) alunos foram entrevistados pelos pesquisadores durante a utilização do Balança Interativa. Cada entrevista foi registrada através de gravador de voz digital e analisada posteriormente com o objetivo de verificar o desenvolvimento de conceitos como incógnita, equação, inequação e princípio de equivalência algébrica.

¹ http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php

² Objeto de aprendizagem desenvolvido na Universidade Federal de Ceará e disponível na internet em <http://rived.mec.gov.br/atividades/matematica/algebrativa/programas/balanca.html>

A quinta e última etapa da pesquisa foi uma entrevista com o professor (Figura 8). Nesta entrevista buscamos saber a opinião do professor sobre a implementação do objeto e as suas perspectivas futuras em relação ao uso de objetos de aprendizagem em suas aulas de Matemática.

E: “Há quanto tempo você ensina Matemática?”

P: “Há mais de vinte anos. Na verdade já faz 22 anos.”

E: “Quais as séries em que você ensina?”

P: “Do 6º ao 9º ano.”

E: “Esta é a primeira vez que utiliza um objeto de aprendizagem em suas aulas?”

P: “Sim. Nunca havia utilizado nenhum OA.”

E: “Você gostou dessa experiência?”

P: “Sim. Achei muito interessante o trabalho com OA.”

E: “O que você achou do comportamento da turma durante a utilização do OA?”

P: “Acho que eles estavam motivados e interessados na atividade.”

E: “A aula foi proveitosa para os alunos? Por quê?”

P: “Sim. Porque eles fizeram associação entre a teoria e a prática mesmo que seja em um ambiente virtual.”

E: “Em sua opinião, qual a vantagem de utilização do OA?”

P: “A possibilidade de fazer uma aula diferente utilizando uma nova ferramenta de trabalho que antes eu não conhecia.”

E: “Gostaria de utilizar outras vezes os OA?”

P: “Sim. Vou utilizar com outras turmas no próximo ano.”

Figura 8: Extrato do protocolo – Entrevista com o professor

A entrevista realizada com o professor evidencia que ele ficou satisfeito com a implementação dos objetos de aprendizagem em suas aulas e que deseja continuar utilizando estes objetos com outras turmas. O mais interessante é que em seus vinte e dois (22) anos de experiência no magistério ele nunca havia utilizado nenhum software educacional em suas aulas de Matemática. Isso demonstra que a formação do professor para uso das tecnologias digitais é primeiro passo para a implementação de objetos de aprendizagem em sala de aula.

5. Análise dos Resultados

Durante as entrevistas clínicas, os pesquisadores observaram que os alunos utilizaram algumas estratégias que facilitaram a resolução dos problemas propostos no OA e reduziram o número de tentativas realizadas para descobrir o valor das incógnitas durante a manipulação do objeto de aprendizagem. As nomenclaturas e classificações das estratégias identificadas nesta pesquisa têm como base os estudos de Castro-Filho et al. (2003, 2004). Descreve-se, a seguir, cada uma das estratégias encontradas:

Busca pela Metade (BM) – consiste em iniciar cada teste do valor de uma incógnita (peso com letra) com o número que corresponde à metade dos valores possíveis. Por exemplo: se num determinado nível o participante tinha 10 números a sua disposição (números 1-10) o valor (5) era então utilizado em primeiro lugar porque corresponde a metade dos valores possíveis, ou seja, é a metade de (10).

Análise de Intervalo (AI) – verificar os valores das incógnitas que já saíram e concluir em que intervalo possível, os valores da incógnita procurada estão compreendidos (isto é possível, porque o valor de uma incógnita é único e não se repete durante o mesmo nível no Balança Interativa).

Teste do Valor Intermediário (TVI) – esta estratégia é utilizada quando apenas três valores são possíveis para o peso desconhecido. Por exemplo: o participante manipula o OA e percebe que o valor do peso (B) é menor que (4). Neste contexto, apenas os valores (1), (2) e (3) são possíveis e o participante escolhe o valor central (2).

Subtração Indireta (SI) – esta estratégia consiste em acrescentar um peso (número) na balança, ao lado do peso desconhecido, para tentar equilibrar a balança. Essa estratégia corresponde a subtrair dos dois lados da balança o valor do peso que foi colocado junto com a incógnita (Princípio Aditivo de Equivalência Algébrica). Neste caso o valor que restar será o valor desconhecido.

Soma de Pesos Conhecidos (SPC) – consistir em somar os pesos cujos valores são conhecidos para substituir os pesos que estão faltando no jogo. Esta estratégia passa a ser utilizada à medida que o número de pesos conhecidos vai diminuindo, como ocorre nos níveis 3,4, 5, 8, 9 e 10 do Balança Interativa.

Uso de Pesos Desconhecidos (UPD) – utilizar os pesos desconhecidos após seus valores terem sido descobertos. Esta estratégia também passa a ser utilizada apenas nos níveis citados anteriormente.

Observou-se que, no primeiro contato dos alunos com o objeto de aprendizagem, o número de movimentos registrados OA era muito elevado. Isto ocorre porque os participantes ainda estão se familiarizando com o objeto e tentavam descobrir o valor das incógnitas de forma aleatória (estratégia tentativa e erro). Todavia, após a mediação do pesquisador com o uso do Método Clínico, os alunos passaram a diminuir gradativamente o número de movimentos registrados no OA.

No Gráfico 1, pode-se observar o desenvolvimento das estratégias utilizadas pelos alunos. Algumas surgiram naturalmente como a Soma de Pesos Conhecidos (SPC), a Busca pela Metade (BM) e o Teste do Valor Intermediário (TVI). Em alguns casos, a estratégia Subtração Indireta (SI) surgiu de forma acidental quando algum dos participantes deixava cair, um peso no mesmo prato da balança onde estava a incógnita. Neste caso, eles conseguiam a igualdade, mas não sabiam qual o valor da incógnita. Novamente, a mediação do pesquisador foi fundamental para fazer o link entre o que ocorreu na balança e o uso do princípio de equivalência algébrica na redução dos termos de uma equação do 1º Grau.

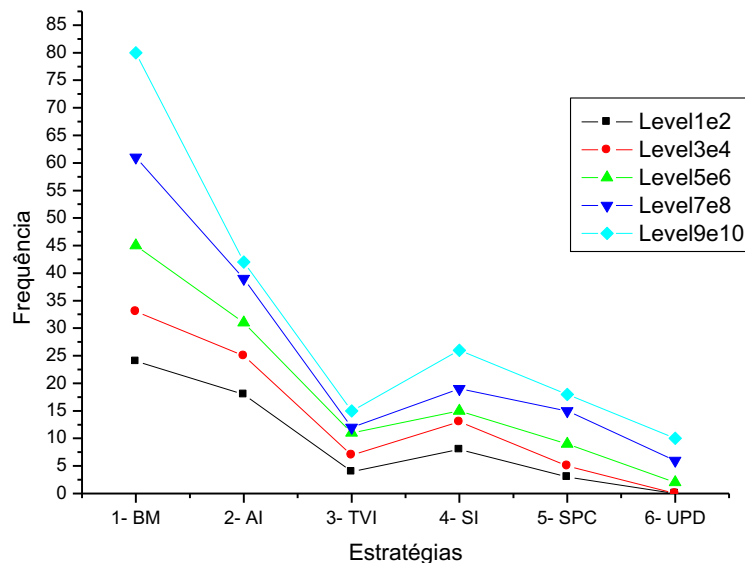


Gráfico 1 - Estratégias Utilizadas pelos Alunos

Na maior parte dos casos, o uso das estratégias Análise de Intervalos (AI), Subtração Indireta (SI) e Uso de Pesos Desconhecidos (UPD) surgiram a partir da mediação do pesquisador. Tal fato nos leva a considerar a importância da mediação do professor; sobretudo, quando se leva em conta a Zona de Desenvolvimento Proximal na teoria de Vigotsky (1984).

O uso dessas estratégias parece indicar que ao utilizarem o Balança Interativa os alunos estão desenvolvendo um pensamento lógico mais sofisticado que lhe será requerido na hora de manipular incógnitas, em ambos os lados, de uma equação e descobrir os valores de incógnitas através do Princípio de Equivalência Algébrica.

Ao manipularem o Balança Interativa, os alunos descobriam incógnitas e estabeleciam relações de igualdade e desigualdade. Eles não foram estimulados a competição, nem houve pressão em relação ao tempo de permanência para a realização da atividade, porém eles deveriam anotar o número de movimentos realizados em cada nível, bem como o número de erros.

O professor acompanhava o desempenho das equipes e respondia, pacientemente, a todas as dúvidas dos alunos. Ele utilizou duas aulas geminadas para a realização desta atividade e, a medida que o tempo passava, os alunos mostravam mais desenvoltura no uso do objeto.

Quando faltava meia hora para terminar o tempo de aula, o professor pediu aos alunos que desligassem o computador e retornassem a sala de aula. Nesta

oportunidade foi realizado o fechamento da atividade. O professor questionou os alunos sobre o que eles acharam da atividade com o Balança Interativa e fez analogia entre o uso da balança dois pratos e os membros de uma equação do 1º grau. Ele aproveitou este momento para explicar o princípio de equivalência algébrica³ e como este se torna visível em uma balança de dois pratos.

Cada equipe indicou o número de tentativas utilizadas para encontrar as incógnitas no Balança Interativa e o número de erros. Os números variavam bastante. A equipe que fez em menos tempo, no nível 1, realizou 37 movimentos e 2 erros. Já a equipe que demorou mais tempo fez, no mesmo nível, 76 movimentos e 8 erros.

Após a apresentação dos números o professor explicou aos alunos que o Balança Interativa é um jogo cuja lógica é descobrir incógnitas com o menor número de movimento possíveis e que os erros são decorrentes da falta de entendimento do conceito de incógnita e de equação.

Ao final da aula, após os questionamentos e explicações do professor, os alunos demonstraram, na resolução de novos exercícios, que estavam ampliando sua compreensão sobre os conceitos de equação, incógnita e princípio de equivalência algébrica. Tais dados foram comprovados depois através das entrevistas clínicas.

5. Considerações Finais

O diferencial do trabalho realizado nesta implementação de software foi a formação dos professores. Sem a participação efetiva deste profissional, nenhum projeto de implementação de ferramentas digitais em sala de aula poderá ser bem sucedida.

Outro ponto importante é que o professor, em consonância com a Teoria dos Campos Conceituais, utilizou diferentes situações de aprendizagem (virtual e real) e diferentes formas de representação (representação icônica e simbólica). Além disso, ele reuniu o grupo de alunos para fazer o fechamento da atividade. Dessa forma, buscou-se conciliar as diferenças entre o mundo virtual (software) e o mundo real (exercícios com lápis e papel). Sabe-se que o computador em si não é capaz de gerar novas aprendizagens, portanto a mediação do professor foi fundamental para que os alunos pudessem fazer o *link* essas duas realidades (Sá Filho & Machado, 2004).

O próximo passo desta pesquisa é formar um número maior de professores para utilizarem os objetos de aprendizagem no ensino de Matemática. Uma vez que o uso adequado destes recursos, juntamente com a mediação do professor, podem impactar a forma como os jovens aprendem conceitos matemáticos.

³ Princípio algébrico que permite passar, de uma equação a outra dita mais simples e/ou equivalente, através da realização da mesma operação em ambos os membros da equação.

6. Referências

- Bettio, R. W. & Martins, A. (2004). *Objetos de aprendizado: um novo modelo direcionado ao ensino a distância*. documento on line available from web in: <http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=5938> Acesso em 20/05/2006.
- Brasil. (1998). Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática /Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF 148 p.
- Carraher, T. N. *O Método Clínico segundo os exames de Piaget*. São Paulo: Cortez Editora, 1989.
- Castro-Filho, J. A. (2007). *Objetos de Aprendizagem e sua Utilização no Ensino de Matemática*. *Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM 2007* - Belo Horizonte.
- Castro-Filho, J. A., Freire, R. S. & Fernandes, A. C. (2008). Quando objetos digitais são efetivamente para aprendizagem: o caso da matemática. . *Anais do SBIE 2008* - Belo Horizonte.
- Dias, R. F. (2004). *Ser ou não ser interativo*. Documento on line disponível na internet in: <http://www.saladeaulainterativa.com.br> acesso em 10/08/2006.
- Fernandes, A. C. *et al.* (2008) *Objetos de aprendizagem na escola: estudo de um modelo de implementação*. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 29, 2008, Fortaleza: SBC.
- Fernandes, A. C. (2009). *Objetos de aprendizagem na escola: estudo de um modelo de implementação*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2009.
- Freire, Paulo. (1996). *Pedagogia da autonomia*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, R. S. *Objetos de aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento algébrico no ensino fundamental*. Dissertação de Mestrado não publicada. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2007.
- Kenski, V. M. (2003). *Tecnologias e ensino presencial e a distância*. São Paulo, Campinas: Papyrus.
- Kulik, J.A. (2003) *Effects of using instructional technology in elementary and secondary schools: what controlled evaluation studies say?* Arlington: SRI International.

- Leite, M. A. *Processos de mediação de conceitos algébricos durante o uso de um objeto de aprendizagem*. Dissertação de Mestrado não publicada. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2006.
- Magina, S. (2005). A Teoria dos Campos Conceituais: contribuições da Psicologia para a prática docente. *XVIII Encontro Regional de Professores de Matemática*. São Paulo: Unicamp, 2005. Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/erpm2005/anais/conf/conf_01.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2008.
- Martins, J. B. (1996). *Observação participante: uma abordagem metodológica para a psicologia escolar*. Semina. v. 17, n. 3, p. 266-273.
- Macedo, L. N.; Lautert, S. L. & Castro-Filho, J. A. (2008). Análise do uso de um objeto de aprendizagem digital no ensino de álgebra. Sociedade Brasileira da Computação. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Escola – SBIE2008*. Fortaleza.
- Macedo, L. N. (2009). *Análise do uso de uma sequência didática com objetos de aprendizagem digitais no desenvolvimento de conceitos algébricos*. Dissertação de Mestrado não publicada. Universidade Federal de Pernambuco. Recife: UFPE, 2009.
- Sá Filho, C. S. and Machado, E. C. (2004). *O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem*. documento online available from web in: <http://www.universia.com.br/matéria/materia.jsp?materia=5939> Acesso em 20/03/2006.
- Vergnaud, G. (1997). The nature of mathematical concepts. In T. Nunes e P. Bryant (Eds.) *Learning and teaching mathematics: An international Perspective*. East Sussex: Psychology Press, 5-28 p.
- Vergnaud, G. (1991). *El niño, las Matemáticas y la realidad: Problemas de la enseñanza de las Matemáticas em la escuela primaria*. México: Trillas.
- Vidal, Eloísa Maia et all. (2002). *Educação, Informática e Professores*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha.
- Vigotsky, L. S. *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.