

2º SIPEMAT

SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

DE 28 DE JULHO A 1 DE AGOSTO 2008

MATEMÁTICA FORMAL E MATEMÁTICA NÃO-FORMAL

20 ANOS DEPOIS: SALA DE AULA E OUTROS CONTEXTOS

GERARD- Uma Interface Educativa para o Ensino de Estruturas Aditivas

Ana Emilia de Melo Queiroz

UNIVASF – Universidade Federal do Vale do São Francisco

ana.queiroz@univasf.edu.br

Alex Sandro Gomes

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

asg@cin.ufpe.br

RESUMO

O uso de softwares educativos constitui objeto de estudo tanto durante a sua inserção nas práticas escolares, pressupondo uma avaliação criteriosa da sua forma de utilização, quanto durante o seu desenvolvimento, uma vez que, o propósito do seu uso, o diferencia de outros softwares. Por esse motivo, se faz necessário agregar mecanismos capazes de influenciar na aprendizagem dos conceitos para o qual foi desenvolvido. O objetivo deste trabalho foi o de apresentar o design de uma interface educativa para o ensino de estruturas aditivas, inserindo nesse design uma avaliação do seu potencial enquanto ferramenta para aprendizagem de conceitos. Para tanto, adotou-se uma metodologia qualitativa composta por análise de competidores, observação participante, gravações e entrevistas. Como resultado, apresentamos uma análise dos protocolos verbais frutos da resolução de situações problema no uso da interface.

Palavras-chave: Matemática, Software Educativo, Análise qualitativa.

1 Introdução

Numa definição geral, entende-se por software educacional ou *Learnware* todos os ambientes projetados para servir como mediadores entre o aprendiz e o conhecimento. Seu papel é, portanto, facilitar a aprendizagem dos conceitos veiculados na interface não se tratando apenas de aprender a FAZER algo, mas de aprender para APRENDER algum conceito. Por esse motivo, seu processo de design distingue-se em função dos usuários finais ou aprendizes para os quais foram projetados (QUINTANA;KRAJCIK;SOLOWAY,

2000). Segundo o mesmo autor, usuários são pessoas que conhecem o domínio da tarefa em execução e usam o computador apenas para ajudá-los a completá-la de maneira fácil e eficiente, enquanto que os aprendizes são pessoas que estão sendo treinadas para adquirir habilidades em domínios novos e desconhecidos (*Ibid*).

Pelo exposto, adotamos uma estratégia pedagógica chamada *Scaffolding*, ou ajuda durante a resolução de problemas. Nessa forma de interação, à medida que usuário resolve os problemas propostos formas de ajuda podem, oportunamente, serem oferecidas. A motivação para a escolha dessa estratégia repousa nos resultados apresentados por (SEDIG, 2001) que fala do esforço cognitivo, proveniente do uso de uma interface educativa. Essa estratégia instrucional tem suas bases, no referencial teórico de Vygotsky, que trata da interação entre seres humanos. O *Scaffolding* se caracteriza por uma retirada gradual do controle do adulto e da sustentação, possibilitando uma internalização paulatina deste controle pelo indivíduo menos desenvolvido no domínio.

Neste trabalho, buscou-se criar um ambiente favorável à aprendizagem de conceitos matemáticos por meio da exposição do estudante a situações promotoras de sentido, as quais o conduzam à construção de hipóteses, e à reflexão, avaliando suas crenças acerca do domínio estudado, e sobre a tarefa em execução. Este artigo está organizado como segue: (1) Introdução, (2) Sistemas relacionados, (3) Metodologia, (4) Resultados, (5) Discussão, (6) Referências.

Sistemas Relacionados

Dentre os sistemas relacionados destacamos o *Ecolab* (LUCKIN; BOULAY, 1999), *AnimalWatch* (ARROYO et al., 2003) e *Wayang Outpost* (ARROYO et al, 2004). Neles encontramos claramente a idéia de oferecer um ambiente no qual o aprendiz encontre significado nas operações matemáticas. Tal significação é construída por meio da participação em aventuras ou brincadeiras. Dessa maneira é esperado que o aprendiz perceba as relações matemáticas implícitas na representação textual e, por conseguinte, encontre a solução do problema. Outro sistema similar encontrado foi o Agente Diagnóstico (ANDRADE, 2003). Nele, a autora apresenta um *Framework* baseado em técnicas de Inteligência Artificial, que utiliza o referencial teórico de Vygotsky, e no qual uma interface educativa pode ser integrada.

Em todos os sistemas, vemos que a execução da tarefa passa pela leitura de uma situação problema, seguida de um método de resolução. Tal método, embora norteado pelas regras matemáticas, vem acompanhado de um contexto, no qual os usuários são imersos à medida que são apresentados aos conceitos matemáticos presentes no problema. Essa análise dos sistemas relacionados nos dá indicações das formas de ajuda que podem ser ofertadas e os momentos apropriados para fazer tal oferta.

A partir da análise dos sistemas relacionados, propomos o design de uma interface educativa capaz de oferecer ao aprendiz um método de resolução que privilegia o entendimento das relações matemáticas implícitas no texto. Em outras palavras, o processo de resolução busca conduzir o aprendiz através da construção de um diagrama (MAGINA et al, 2000), que o possibilite, a partir da leitura do texto, construir a solução, efetuando primeiramente, o cálculo relacional e, finalmente, o cálculo numérico. A seguir o Quadro 1 contendo formas de ajuda que servirão de base para o primeiro protótipo da interface com *Scaffolding*.

Quadro 1. Requisitos iniciais sobre formas de ajuda

Tipo de Ajuda	Fonte	Interpretação para nossa pesquisa.
Questionamento	Agente Diagnóstico, <i>AnimaWatch</i>	Mensagens perguntando se o usuário tem certeza de que o passo executado está sendo especificado no texto
Fornecer dica ou pista	Agente Diagnóstico, <i>AnimalWatch</i>	Mensagens explicativas dos passos da modelagem e da legenda utilizada. Automatização de passos da modelagem.
Dar explicação textual	Agente Diagnóstico	Explicações sobre as legendas e sobre cada passo do processo de modelagem do problema
Uso de Material concreto	<i>AnimalWatch</i> , <i>Wayang Outpost</i>	O sistema cria uma situação problema similar ao problema que está sendo resolvido, porém sua resolução acontece através da manipulação de uma metáfora de material concreto.
Mostrar o modelo construído	<i>Ecolab</i>	O usuário pode pedir para a interface resolver o problema e exibir o modelo construído, A partir do modelo exibido é possível inspecionar os relacionamentos e ler as explicações para cada parte do modelo.

2 Design do Gerard com *Scaffolding*

O Gerard (BRAGA, 2006) é uma interface educativa voltada para o ensino das estruturas aditivas. Seu nome é em homenagem ao psicólogo francês Gerard Vergnaud. A interface do Gerard, que pode ser vista nas Figura 1, Figura 2, Figura 3 , apresenta um menu com os artefatos: editor; novo; abrir; salvar; chaves do diagrama de composição. Em seguida, vêm as setas horizontais, e verticais, pertencentes aos diagramas de transformação e comparação, respectivamente. Além dessas, ainda estão presentes as operações de selecionar, refazer e desfazer. Logo abaixo ao menu de categorias, encontra-se um espaço, no qual a representação textual do problema é exibido ao aprendiz, e abaixo dessa, um espaço para a construção do modelo.

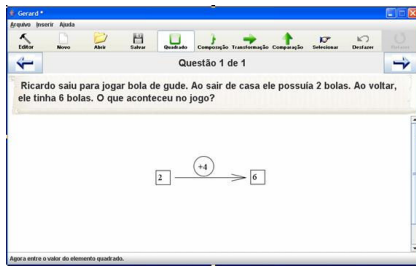


Figura 1. Transformação

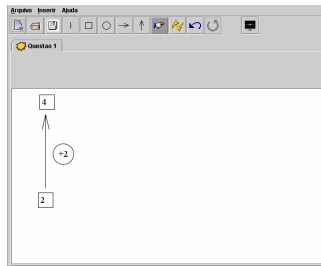


Figura 2. Comparação

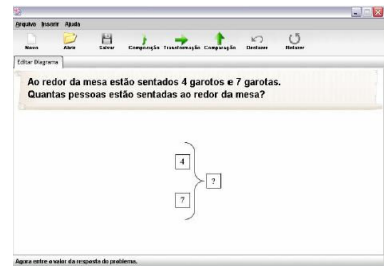


Figura 3. Composição

De posse dessa interface e dos requisitos sobre as formas de ajuda, vê Quadro 1, nosso propósito foi identificar as dificuldades e necessidades apresentadas pelos aprendizes durante a resolução de problemas. Por esse motivo, adotamos uma ação de investigação cuja unidade de análise é a tarefa de resolução de problemas no uso da interface.

Análise da tarefa

Nesta pesquisa os sujeitos ou aprendizes adquirem habilidade em novos conceitos sobre estruturas aditivas por meio da resolução de variadas situações problemas. Os cálculos, relacional e numérico, são realizados através da construção de um diagrama, como mostrado nas Figura 1, Figura 2, Figura 3 em, e seguem variados caminhos, como pode ser visto na Figura 4.



Figura 4. Análise da Tarefa

De acordo com Figura 4, o primeiro passo é identificar a categoria a qual pertence o problema. Em outras palavras, a situação problema pode ser uma (1) **Composição de Quantidades**, quando o aprendiz, deve compor uma terceira quantidade a partir de duas anteriores de existência concomitante. (2) **Comparação de Quantidades**, quando duas quantidades de existência concomitante devem ser comparadas, buscando encontrar a diferença entre elas. (3) **Transformação**, quando uma quantidade inicial, é conhecida, se modifica, e surge uma segunda quantidade, como resultado final. Feito isso, o processo de

modelagem envolve o posicionamento dos números naturais ou relativos no modelo, seguidos da inserção do cálculo numérico.

Teste de usabilidade

De posse de um protótipo em papel (SNYDER, 2003), construído com base nas Figura 1, Figura 2, Figura 3 e , efetuou-se um experimento controlado, com a colaboração de cinco professores do Ensino Fundamental, cujo perfil encontra-se na Tabela 1. No ambiente, visto na Figura 5, cada usuário, recebeu uma explicação sobre o protótipo, sobre as estruturas aditivas, bem como, os formulários de consentimento e de identificação do perfil. Nele, o usuário interage com o protótipo para resolver quatro situações problema, uma para cada categoria, e uma última, escolhida aleatoriamente. As respostas do computador às interações do aprendiz são simuladas pelo experimentador que está ao seu lado. Ao final da resolução de cada problema, aplicou-se um questionário com uma entrevista semi-estruturada focal (FLICK, 2004), para coletar as explicações dos usuários sobre as ações realizadas. Concluídas as quatro situações problema, realizou-se uma entrevista final cujo propósito foi receber informações gerais sobre impressão dos usuários acerca da interface e dos tipos de ajuda fornecida, bem como ouvir críticas e sugestões.

Tabela 1. Perfil de usuário. PG : Pós-Graduação, MA: Matemática, EF: Ensino Fundamental, PU: Pública, P: Particular

Usuários	01	02	03	04	05
Sexo	M	F	M	F	F
Idade	45	30	48	30	35
Escolaridade	PG	2° Grau	PG	PG	PG
Formação	MA	MG	MA	MA	MA
Séries em que leciona	EF	EF	EF	EF	EF
Tipos de Escola	P	PU	P	P	P



Figura 5. Ambiente do Experimento

Resultados

Nesta fase, observou-se se a execução da tarefa foi, ou não, favorecida pelas formas de ajuda presentes no Quadro 1. Para tanto, exemplificamos tal análise com os trechos dos protocolos verbais coletados no teste do usuário 01 da Tabela 1. Cada resolução é seguida por uma representação gráfica correspondente ao plano de ações executado pelo usuário.

Quadro 2. Protocolo verbal para uma composição de medidas.

Ao redor da mesa estão sentados 4 garotos e 7 garotas. Quantas pessoas estão sentadas ao redor da mesa?

Sujeito	1	Idade	45	Formação	Pós-graduação
Tarefa	Composição de medidas	Computador	C	Pesquisador	P

C: Escolha no menu a legenda correspondente a operação.

S1: Composição (clicou no botão composição) C: Arraste os valores do texto para o modelo.

C: Inseriu o diagrama da Composição. Arraste os valores do texto para o modelo.

S1: Quatro... (Arrastou o número 4 (uma das partes) do texto do problema e posicionou no primeiro quadrado da composição (uma das partes))

S1: Sete (Arrastou o número 7 (uma das partes) do texto do problema e posicionou no segundo quadrado da composição (uma das partes)).

C: Entre agora com o resultado.

S1: Onze (indicou o valor 11 para o quadrado que representa o todo). C: Parabéns. Podemos passar para a próxima tarefa?

S1: Sim

Entrevista semi-estruturada focal

Explicação de S1 para cada ação realizada no problema 2

P: Porque você escolheu composição para esse problema? S1: Na verdade, porque o problema indica que há pessoas de sexo masculino e feminino, e pergunta quantas pessoas existem. Nesse sentido tem que somar.

P: Você quer dizer que o problema apresenta dois grupos de pessoas e pede o total de pessoas?? S1: Exatamente.

P: Você arrastou o número 4 para este quadrado (uma parte). Porque você fez isso? S1: Porque o 4 representa o conjunto de pessoas do sexo masculino.

P: Você arrastou o número 7 para este outro quadrado (a outra parte). Porque você fez isso? S1: Porque do mesmo modo o 7 representa a quantidade de pessoas do sexo feminino.

P: Você indicou o valor 11 para este quadrado (o todo). Como você explicaria isso? S1: Na verdade, como eu sei que é uma composição e sei quem são as partes, para obter o total de pessoas eu preciso adicionar para obter a resposta.

De acordo com o Quadro 2, o usuário não tem dúvida sobre esse tipo de categoria. Ele executa todo o procedimento sem pedir ajuda, o que pode ser melhor visualizado graficamente no plano de ações executado pelo usuário apresentado na Figura 6.

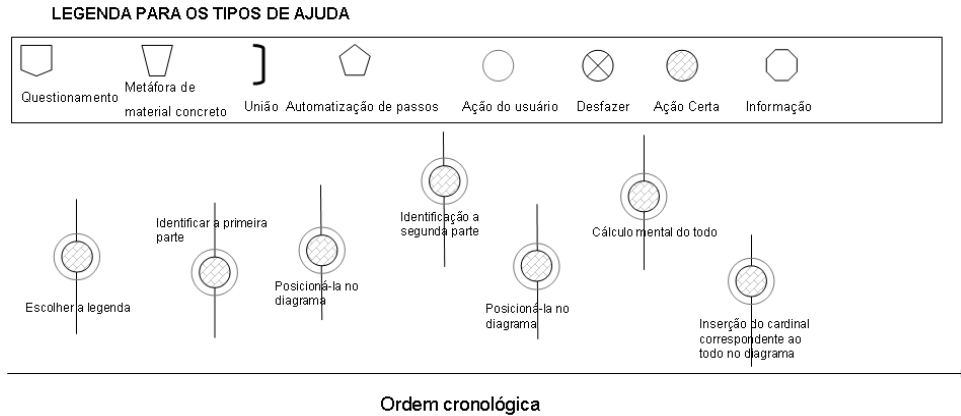


Figura 6. Plano de ações do usuário para resolver o problema descrito

A Figura 6 apresenta uma legenda para representar os tipos de ajuda, bem como um plano de ações que representam graficamente o protocolo verbal do Quadro 2. Em nossa proposta de representação, adotamos como representante de uma ação correta, uma figura que mostra dois círculos concêntricos, contrariamente estará configurado um erro. O círculo do meio representa a ação certa e o mais externo representa a ação do usuário. Como pode ser visto, o usuário executa um plano de ações cuja primeira ação, seguindo o sentido da seta horizontal, foi a escolha da categoria a qual pertence o problema proposto. Como a ação do usuário é concêntrica à ação certa, dizemos que ele acertou. Ele acerta a primeira ação, mostrando que foi capaz de encontrar similaridade entre a situação problema proposta e as características presentes na operação de composição. Em seguida ele prossegue na interação com o computador, seguindo as orientações fornecidas. A seguir avaliemos mais um protocolo verbal para o usuário 01.

Quadro 3. Protocolo verbal para uma Transformação de medidas

Ricardo saiu de casa com 6 bolas de gude. Ao voltar ele possuía duas bolas. O que aconteceu no jogo?					
Sujeito	1	Idade	45	Formação	Pós-graduação
Tarefa	Transformação de medidas	Computador	C	Pesquisador	P
S1: Comparação (apontou no menu a legenda correspondente a operação)			C: Escolha no menu a legenda correspondente a operação.		
S1: Não, é uma transformação (clicou em transformação).			C: Comparação?		
S1: Não, é uma transformação (clicou em transformação).			C: Inseriu o diagrama da comparação. Arraste os valores do texto para o modelo.		
S1: Ok. (clicou em Ok). (Pausa de aproximadamente 8 segundos)			C: Arraste os valores do texto para o modelo		
S1: Seis... (Arrastou o número 6 do texto do problema (estado inicial) e posicionou no quadrado estado inicial).			C: Preencheu o quadrado que representa do estado inicial com o número 6		
...					
S1: Ok (Clicou em Ok). Menos 4 (apontou este valor para o número relativo).			C: Parabéns. Podemos passar para a próxima tarefa?		
S1: Sim.					

Entrevista semi-estruturada focal

Explicação de S1 para cada ação realizada no problema 2

P: Porque você escolheu transformação para esse problema?

S1: Como houve uma redução da quantidade de bolas de Ricardo, houve uma transformação, na medida em que havia 6 bolas e agora só existem duas.

P: Em seguida, você arrastou o número 6 para este quadrado (o estado inicial). Porque você fez isso?

S1: Porque o ponto de partida do problema é o número 6, na verdade no início Ricardo tinha 6 bolas.

P: Em seguida, você arrastou o número 2 para o círculo (o número relativo). Porque você levou o número dois ao círculo?

S1: Porque o dois é o estágio final do problema, é o resultado. É a quantidade de bolas que resta a Ricardo.

P: Após receber a mensagem do computador "Tem certeza que o número relativo está correto? O número relativo é apresentado da seguinte forma: +2 ou -2.", você optou por colocar o valor 2 no círculo novamente, desta vez com sinal negativo. Porque você levou o valor menos dois ao círculo?

S1: Pela informação dada pelo computador. Achei que o problema fosse o sinal.

P: Sua decisão foi então influenciada pela mensagem do computador?

S1: exato.

Como visto no Quadro 3, o usuário executa ações na interface sendo conduzido pelas instruções recebidas do computador segundo o plano de ações executado descrito na Figura 7.

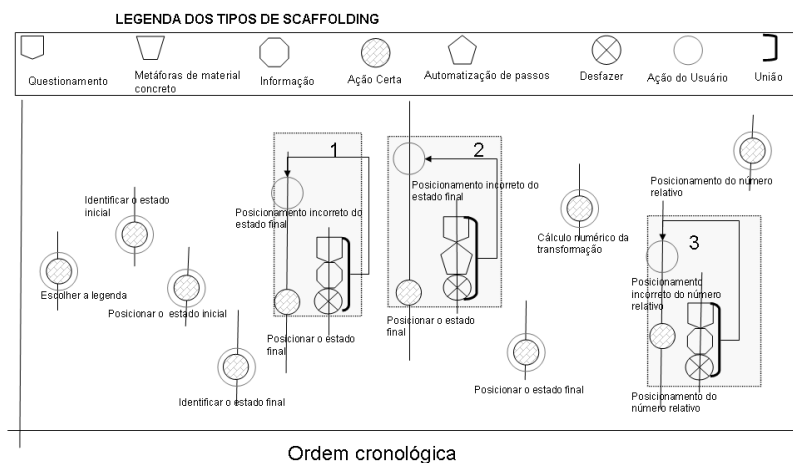


Figura 7. Plano parcialmente ordenado de ações

Como pode ser visto nas áreas hachuradas 1, 2 e 3, à medida que o usuário comete erros, formas de ajuda são oferecidas, favorecendo a reflexão sobre cada passo da resolução do problema. Na área 1, ele foi ajudado com uma informação seguida de questionamento. Nesse caso, a ajuda não foi efetiva e ele continuou errando. Na área 2, ele foi ajudado com uma automatização de passos, seguida de um questionamento. A partir dessa última forma, ele executou a ação correta e prosseguiu. Finalmente na área 3, ele foi ajudado com informação, seguida de questionamento. Feito isso, ele conseguiu concluir a tarefa com sucesso. Embora percebamos que as formas de ajuda conduzem o usuário 01 na sua busca pelo caminho correto de resolução do problema, continuamos seu acompanhamento na resolução de outras situações problema procurando indícios do desenvolvimento de um processo autônomo de resolução. Para tanto, analisemos a seguir

mais um protocolo verbal do mesmo usuário.

Quadro 4. Protocolo verbal para uma comparação de medidas

Sujeito	1	Idade	45	Formação	Pós-graduação
Tarefa	Comparação	de medidas	Computador	C	Pesquisador P
[Problema: Ricardo tem 6 anos, Carlos tem 4 anos a mais do que ele. Quantos anos tem carlos?]					
			C: Escolha no menu a legenda correspondente a operação.		
S1: comparação			C: Arraste os valores do texto para o modelo		
S1: Seis... (Arrastou o número 6 do texto do problema (o referente) e posicionou no quadrado referido).			C: Tem certeza que o referente está na posição correta? Clique em Ok para tentar novamente		
S1: Seis... (Arrastou o número 6 do texto do problema (o referente) e posicionou no quadrado referente).					
S1: mais quatro (indicou o número relativo).			C: Entre agora com o resultado		
S1: Dez (apontou o referido).			C: Parabéns. Podemos passar para a próxima tarefa?		
S1: Sim.					
Entrevista semi-estruturada focal					
Explicação de S1 para cada ação realizada no problema 2					
P: Porque você escolheu comparação para esse problema?			S1: Na verdade, as duas pessoas tem idades diferentes, e o problema informa que uma é mais velha que a outra por uma certa quantidade de anos, no caso 4. Então o problema envolve uma comparação.		
P: Em seguida, você arrastou o número 6 para este quadrado (o referido). Porque você fez isso?			S1: Bom, não me pareceu muito claro o local onde a idade de Carlos deveria ser colocada. Por isso coloquei ai.		
...					
P: Após receber a mensagem do computador "Tem certeza que o referente está na posição correta?", você optou por levar o número seis para o quadrado de baixo. Porque você levou o número seis a este quadrado?			S1: Na verdade, após receber a mensagem do computador, eu percebi que o quadrado de baixo (referente) deveria conter a idade do Ricardo, e o quadrado de cima (o referido) a idade do Carlos.		
P: Em seguida, você levou o número +4 ao círculo (número relativo). Porque você fez isso?			S1: Na verdade, meu raciocínio é que no círculo deveria ser colocado o valor que estava sendo adicionado, no caso o +4.		

Como pode ser visto no Quadro 4, o usuário resolve um problema de comparação, ele já não comete o mesmo erro de categorização e, no momento da inserção do número relativo, ele o insere, sem nenhuma intervenção da interface.

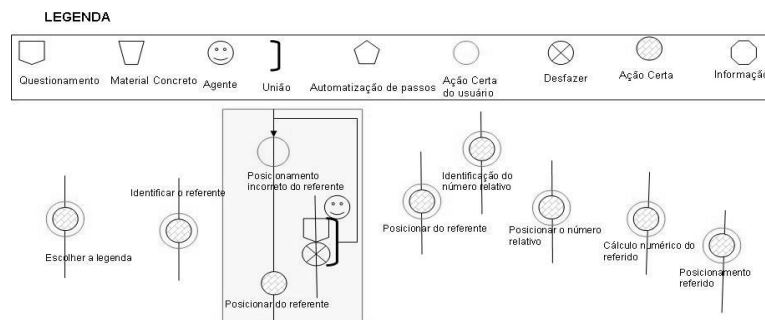


Figura 8. Plano parcialmente ordenado de ações.

Na Figura 7 o usuário comete apenas um erro de posicionamento do referente, em

seguida ele não comete mais nenhum erro e continua a busca pelos caminhos que podem ser usados na resolução do problema. Finalizando, ele conclui a tarefa com sucesso. Finalmente, analisemos a última situação problema que foi escolhida aleatoriamente.

Quadro 5. Protocolo verbal para uma Transformação de medidas.

[Maria comprou uma caixa de bombons por 4 reais e ainda ficou com 4 reais. Quanto ela possuía antes de fazer a compra?]					
Sujeito	1	Idade	45	Formação	Pós-graduação
Tarefa	Transformação de medidas	Computador	C	Pesquisador	P
C: Escolha no menu a legenda correspondente a operação.					
S1: Um problema de transformação (Clicou em transformação).					
C: Arraste os valores do texto para o modelo					
...					
S1: menos quatro (indicou o número relativo). (Pausa de aproximadamente 8 segundos)					
C: Entre agora com o resultado.					
S1: Oito (indicou o estado inicial).					
C: Parabéns. Podemos passar para a próxima tarefa?					
S1: Sim (clicou no botão sim).					
Entrevista semi-estruturada focal					
Explicação de S1 para cada ação realizada no problema 2					
P: Porque você escolheu transformação para esse problema?					
S1: Porque existe uma transformação neste problema, Maria possuía um valor em um momento e depois esse valor sofre uma modificação. Então o problema envolve uma transformação.					
P: Em seguida, você arrastou o número 4 (dinheiro que restou a Maria) para este quadrado (estado final). Porque você fez isso?					
S1: Bom, exatamente porque o dinheiro que restou a Maria representa o estado final, então deve ser colocado no quadrado da direita (estado final). Por isso coloquei aí.					
P: Em seguida, você levou o valor -4 no círculo (número relativo). Porque você fez isso?					
S1: Bom, porque seria o número que separava os dois valores, no caso o que Maria possuía e o que Maria tem agora. Então esse valor teria que aparecer no círculo.					
P: Em seguida, você colocou o número 8 neste quadrado (estado inicial). Como você explicaria essa ação?					
S1: Na verdade eu fiz a operação para trás, partindo do dinheiro que Maria tem agora e somei o valor que ela gastou. Assim cheguei ao valor que ela possuía antes, no caso 8, e então coloquei esse valor como resultado.					

Como pode ser visto no Quadro 5, o usuário não comete mais erros de sinal. No protocolo verbal do Quadro 3, ele cometeu um erro de sinal e foi ajudado, já nos protocolos verbais seguintes ele não necessitou mais dessa ajuda.

3 Discussão

O propósito deste trabalho foi o de mostrar o processo de design de uma interface educativa para o ensino das estruturas aditivas, considerando a influência da mesma sobre a tarefa de resolução de problemas. Tal influência pôde ser percebida por meio da observação da modificação no plano de ações, realizadas pelo usuário, durante a execução da tarefa. Nos planos de ações mostrados nas Figura 6, Figura 7, Figura 8, vê-se que o usuário erra, recebe uma ajuda, em seguida tenta novamente mudando a ação

anteriormente executada. Nesse trajeto estima-se que a interface tenha sido capaz de conduzi-lo a reflexão sobre o processo de resolução do problema.

No tocante aos níveis de influência das formas de ajuda, para todos os usuários, independente do nível de escolaridade, a automatização de passos foi a forma de ajuda mais eficaz. Essa observação, juntamente com as influências individuais de cada forma de ajuda, nos possibilitará conceber uma estratégia de oferta, ou seja, algumas seqüências mais apropriadas de oferecimento da ajuda, as quais serão escolhidas com base nas habilidades de cada aprendiz.

Além dessa influência, observaram-se indícios do desenvolvimento da autonomia na resolução dos problemas. No Quadro 3, vimos que o usuário recebeu uma ajuda voltada para mediar a escolha do sinal e, nas resoluções seguintes, a mesma não foi mais necessária, ou seja, ele pode ter lembrado tanto da ajuda que recebeu, quanto da sua finalidade se antecipando ao erro. A partir de observações como essas, serão concebidas as formas de retirada gradativa da ajuda.

No que diz respeito a compreensão da interface, os usuários sentiram falta de indicativos de sucesso, e de informações sobre qual o próximo passo da tarefa. Além disso, foram percebidas algumas rupturas de interação, como pode ser visto no Quadro 5, com uma pausa de (8) oito segundos entre a mensagem fornecida pela interface e a ação do usuário. Essas necessidades estão associadas ao desconhecimento das regras em ação, que controlam o processo de modelagem, bem como à comunicabilidade da interface que pode ser avaliada e melhorada.

Após a metodologia, concluímos que os erros mais comuns foram de número relativo seguido de identificação do seu sinal. De um modo geral, tal identificação foi ponto de muita dificuldade para todos os usuários, independentemente da escolaridade. Um outro problema enfrentado foi o uso da legenda. Os usuários externaram necessidade de mais informações sobre a legenda utilizada, bem como sobre processo de modelagem do problema ou cálculo relacional.

No estágio atual desta pesquisa estamos trabalhando com trinta professores do Ensino Fundamental para coleta de dados qualitativos e quantitativos com fins de corroborar que houve, de fato, desenvolvimento de autonomia na resolução de problemas facilitado pela interface. Tais resultados serão posteriormente utilizados para modelar uma interface educativa que fará uso de técnicas de Inteligência Artificial para ofertar os tipos de *Scaffolds* aqui discutidos, contribuindo, dessa forma, para aprendizagem dos conceitos específicos.

4 Referências

ANDRADE, A. F. **Uma Aplicação da Abordagem Sociointeracionista de Vygotsky para a**

Construção de um Ambiente Computacional de Aprendizagem. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, BR-RS, 2003.

ARROYO, I., BEAL, C., MURRAY, T., WALLEES, R. e WOOLF, B. (2004). **Wayang Outpost:** Intelligent tutoring for high stakes achievement tests. Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Springer-Verlag.

ARROYO, I. JOSEPH E. BECK, CAROLE R. BEAL, BEVERLY P. WOOLF . **Learning within the ZPD with the AnimalWatch intelligent tutoring system.** University of Massachusetts, Amherst. 2003.

BRAGA, 2006 Maurício da Motta Braga. **Design de software educacional baseado na Teoria dos Campos Conceituais.** 2006. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Pernambuco. Orientador: Alex Sandro Gomes.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa.** Porto Alegre, Bookman, Cap. 8 (p. 89-94), 2004

LUCKIN, R; DU BOULAY, B. **Ecolab:** the development and evaluation of a Vygotskian design framework. International Journal of Artificial Intelligence in Education. Volume 10. Number 2. pp. 198-220, 1999.

MAGINA, S., CAMPOS, T., NUNES, T. E GITIRANA, V. **Repensando a Adição e a Subtração:** contribuições da Teoria dos Campos Conceituais, São Paulo,2000.PROEM-PUC/SP.

QUINTANA, C., KRAJCIK, J., AND SOLOWAY, E. **Exploring a Structured Definition for Learner-Centered Design.** In B. Fishman and S. O'Connor-Divelbiss (Eds.), Fourth International Conference of the Learning Sciences (pp. 256-263). Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000.

SEDIG, K., KLAWE, M., AND WESTROM, M. **Role of interface manipulation style and scaffolding on cognition and concept learning in learnware.** ACM Transactions on Computer-Human Interaction. 8(1), 2001, 34-59.

SNYDER, C. (2003) **Paper Prototyping.** The Fast and Easy Way to Design and Refine User Interfaces. San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers.