

SOFTWARES EDUCATIVOS E OBJETOS DE APRENDIZAGEM: UM OLHAR SOBRE A ANÁLISE COMBINATÓRIA

GT 05 – Educação Matemática: tecnologias informáticas e educação à distância

Ms. Maici Duarte Leite – UFPE – maicileite@yahoo.com.br¹
Ms. Cristiane Azevêdo dos Santos Pessoa – UFPE – crispessoa@hotmail.com
Martha Cornélio Ferraz – SEDUC/PE - marthacferraz@yahoo.com.br
Dra. Rute Elizabete de Souza Rosa Borba – UFPE - rborba@ce.ufpe.br

Resumo: A proposta desta investigação foi validar e coletar subsídios em softwares educativos e objetos de aprendizagem que contemplassem o raciocínio combinatório, com o objetivo de construir e propor outras possibilidades de explorar este conteúdo, bem como, despertar para a necessidade de mudança de requisitos quando se trata de desenvolver produtos que almejem atender a aquisição de conceitos matemáticos. Para atingir este objetivo, selecionamos cinco softwares/objetos de aprendizagem que contemplassem o campo que nos propusemos a estudar, seguindo alguns critérios: campo conceitual, variedade de representações, *feedback*, recursos motivacionais e formas de ajuda. A seguir, sinalizamos alguns cuidados que são imprescindíveis para explorar este conteúdo tanto por intermédio de tecnologia, como em sala de aula, propondo reflexões que contribuam para mediação e construção de conhecimentos.

Palavras-chave: softwares educativos; objetos de aprendizagem; análise combinatória; Teoria dos Campos Conceituais.

Introdução

As recentes propostas educacionais têm buscado a superação de dificuldades na aquisição de conhecimentos matemáticos. O uso da tecnologia tem sido proposto como recurso para auxiliar no desenvolvimento conceitual dos alunos, mas é preciso observar o quanto estas tecnologias podem contribuir com a aprendizagem de um conceito.

Para Valente (2002) a informática contribui como um recurso auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, no qual o foco é o aluno. Atualmente jovens, adolescentes e crianças têm acesso cada vez mais cedo aos recursos tecnológicos, seja porque são oferecidos pelas escolas – públicas e privadas – seja pela possibilidade de acesso através de meios comerciais como as lan-houses espalhadas pelas cidades, seja em sua própria casa. Neste sentido, a tecnologia faz parte da vida do aluno, é um bem social e não pode, nem deve ser negada. Estes recursos, além de motivar os alunos, são possibilidades de instituir uma nova forma de aprendizagem, com uma linguagem muito próxima da dos nossos jovens alunos e com possibilidade de retorno imediato sobre a sua produção, além disso, se bem trabalhado, permite que cada aluno avance de acordo com os seus níveis, em ritmo próprio.

¹ As autoras deste trabalho fazem parte do Grupo de Estudos em Raciocínio Combinatório que é constituído por professora e alunas dos Programas de Pós-graduação em Educação e em Educação Matemática e Tecnológica do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco, bem como por professoras da rede pública do Ensino de Pernambuco.

Porém, apesar de todas as vantagens como os recursos motivacionais, a interação em tempo real e as possibilidades pedagógicas, deve-se questionar sobre a qualidade do que vem sendo oferecido aos professores e alunos como recurso ao ensino e à aprendizagem. Assim, ainda há muito que se pesquisar sobre a contribuição destes recursos tecnológicos para a construção de conhecimentos.

A escolha pelo raciocínio combinatório vem da necessidade de aprofundarmos estudos num campo que ainda encontra-se incipiente no que se refere à aquisição deste conhecimento pelo aluno. Apesar de ser encorajada pelos PCN's (Brasil, 1997), a introdução ao pensamento combinatório e probabilístico tem recebido ênfase somente no final do segundo ciclo do Ensino Fundamental. Além disso, ainda não existem pesquisas que analisam softwares educativos com foco no raciocínio combinatório e sua contribuição para o desenvolvimento desse conhecimento pelo aluno.

Neste estudo utilizou-se a Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud como critério para análise dos softwares educativos e objetos de aprendizagem, nos quais foram observados os invariantes operatórios, os significados e as representações presentes nos mesmos. Além disso, no que se refere ao design de interação, avaliamos os softwares/objetos de aprendizagem a partir dos critérios definidos por Leite (2007).

Teoria dos Campos Conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais proposta por Gérard Vergnaud embasou as análises deste estudo, uma vez que permite que vastos conjuntos de situações e conceitos sejam considerados, numa forma articulada, a fim de compreender como o conhecimento é adquirido e desenvolvido.

De acordo com Vergnaud (1986), um conceito está fundamentado num tripé, composto por situações, invariantes e representações (S, I, R). As situações (S) são as que tornam o conceito significativo, os invariantes (I) referem-se a um conjunto de relações e propriedades que compõem o conceito e as representações (R) são utilizadas na apresentação, descrição, operacionalização e compreensão do conceito. A análise da situação-problema é um ponto central nesta teoria, como, também, o estudo dos processos e representações simbólicas utilizados pelos alunos para debater, discutir e resolver os problemas (Vergnaud, 1991) e esta análise pode auxiliar na compreensão de onde residem as dificuldades de alunos e como auxiliá-los na superação das mesmas.

Análise Combinatória

De acordo com Morgado, Pitombeira de Carvalho, Carvalho e Fernandez (1991), pode-se dizer que a análise combinatória é a parte da matemática que analisa estruturas e relações discretas. Para os autores supracitados a primeira aprendizagem matemática da criança é contar os elementos de diferentes conjuntos, ou seja, enumerar esses elementos para determinar quantos são. A combinatória, como um tipo de contagem, exige que seja superada a simples idéia de enumeração de elementos de um conjunto para se passar à contagem de grupos de objetos, ou seja, de subconjuntos, tendo como base o raciocínio multiplicativo.

A matemática fornece algumas formas de solução que nos permite resolver uma grande quantidade de problemas de análise combinatória. São eles: combinações, arranjos e permutações. Merayo (2001) define arranjo, permutação e combinação da seguinte forma:

“Seja um conjunto de m elementos distintos. Recebem o nome de arranjo de ordem n desses m elementos, a todo grupo ordenado formado por n elementos tomados m , de tal maneira que dois grupos são considerados distintos se diferem em algum de seus elementos ou bem, se tendo os mesmos elementos, diferem pela ordem em que estão colocados.” (p.236). “Permutação de m objetos distintos, qualquer agrupamento desses objetos que difere um do outro unicamente pela ordem de colocação de seus objetos.” (p.241). Seja um conjunto formado por m elementos distintos. Recebe o nome de combinação de ordem n desses m elementos, cada grupo formado por n elementos tomado dos m , tal que duas combinações se consideram distintas se diferem em algum de seus elementos. Nesta ordenação não influi a ordem de colocação, isto quer dizer que, dois agrupamentos são iguais se contêm os mesmos elementos, ainda que colocados em distinta ordem.” (p. 269).

Baseado em Merayo (2001) e classificações anteriores (Nunes e Bryant, 1997; Vergnaud, 1983 e 1991 e PCN, 1997), Pessoa e Borba (2008) organizam em uma classificação única – não utilizada em nenhum estudo anterior – os problemas básicos de *Raciocínio Combinatório* trabalhados no Ensino Fundamental e Médio:

- **Produto cartesiano, produto de medidas ou combinatória.**

Ex.: Maria tem 3 saias e 5 blusas. Quantos trajes diferentes ela pode formar combinando todas as saias com todas as blusas?

- **Permutação**

Ex.: Calcule o número de anagramas da palavra AMOR.

- **Arranjo**

Ex.: O quadrangular final da Copa do Mundo será disputado pelas seguintes seleções: Brasil, França, Alemanha e Argentina. De quantas maneiras distintas podemos ter os três primeiros colocados?

- **Combinação**

Ex.: Uma escola tem 9 professores, dos quais 5 devem representar a escola em um congresso. Quantos grupos de 5 professores pode-se formar?

Estas definições se referem à contagem dos agrupamentos simples, ou seja, sem repetição de nenhum elemento. Nos agrupamentos com repetição há um acréscimo no número de agrupamentos simples correspondente à contagem dos agrupamentos com repetição.

A avaliação dos softwares educativos e dos objetos de aprendizagem

A presença da tecnologia como recurso facilitador e mediador da aprendizagem no contexto educacional é crescente. No contexto atual contamos com laboratórios de informática em escolas públicas e privadas, mas ainda existe a demanda de meios, produtos e métodos para usufruir destas oportunidades, que muitas vezes se acentua com o despreparo do professor e a escassa oferta de produtos de qualidade.

No caso deste estudo, nosso foco foram os softwares educacionais e objetos de aprendizagem. O primeiro consiste em programas para computador com o objetivo de contribuir para aquisição da aprendizagem, com fundamentação pedagógica, enquanto os Objetos de Aprendizagem (OA) consistem em qualquer entidade, digital ou não, que possa ser utilizada, re-utilizada ou referenciada durante o aprendizado apoiado pela tecnologia (IEEE-Learning Technology Standardization Committee-LTSC).

Segundo Silva e Fernandez (2007) a construção de um OA deve atender a três características: estimular o raciocínio e pensamento crítico (minds-on); trazer questões relevantes aos alunos (reality-on); e oferecer oportunidade de exploração (hands-on). Esses autores ainda ressaltam que a simples transposição de conteúdos originalmente impressos em papel para uma mídia eletrônica não traz nenhuma vantagem intrínseca do ponto de vista didático-pedagógico.

As escolhas destes recursos demandam critérios e análises para validar se o objetivo será ensino/aprendizagem ou somente diversão com designers gráficos coloridos e estimulantes para os alunos. O poder contagiante do uso de tecnologias no campo educacional é evidente e exerce influência tanto sobre professores quanto alunos, contudo é necessário que o uso seja feito com muita responsabilidade e bom senso, visando sempre atingir um objetivo pedagógico e não apenas transformar o computador em um aparelho destinado ao entretenimento e jogos divertidos.

A tarefa de avaliação é árdua e minuciosa, porque necessita de uma fundamentação teórica, tanto para análise do conceito estudado e explorado pelo recurso tecnológico, como para o design da interação.

Método do estudo

Inicialmente usamos a Análise de Competidores, a qual é uma técnica que se iniciou na área de Administração por Porter (1989) e foi incorporada pela Informática. Esta técnica é explorada pela Engenharia de Usabilidade¹ (Nielsen, 1993) para identificar problemas e funcionalidade nos concorrentes, oferecendo informações sobre características e necessidades que provavelmente não tenham sido consideradas, fornecendo valiosas informações sobre a forma como diferentes produtos satisfazem as necessidades dos usuários (Maguire, 2001).

Em seguida, organizamos uma tabela no formato de *check-list* para a avaliação do campo conceitual a que nos propomos avaliar.

O estudo foi organizado a partir da seleção de 5 (cinco) softwares educativos e objetos de aprendizagem que atendessem os critérios: trabalhar com Raciocínio Combinatório, oferecer variedade de representações, *feedback* norteador da aprendizagem, recursos motivacionais e formas de ajuda.

Os softwares educativos usados para atingir nosso objetivo foram: Arbol (Aguirre, 2005); ML Combiner (Less, 2001). E os objetos de aprendizagem foram Combinação (RIVED, 2008), Permutação (RIVED, 2008) e Arranjo (RIVED, 2008).

Em relação à análise fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais, os softwares educativos e os objetos de aprendizagem foram analisados sob o tripé:

- Situações apresentadas/possibilitadas: dentro deste item procuramos identificar se as situações encontradas tratavam-se de *produto cartesiano*, *permutação sem repetição*, *arranjo simples ou combinação simples* e se as mesmas estavam presentes na forma implícita ou explícita;
- Invariantes possibilitados: cada classificação demandava um tipo de invariante distinto, assim procurávamos saber se o software ou objeto de aprendizagem oportunizavam mobilizar os invariantes que envolviam cada classificação.
- Representações: para cada classificação procuramos identificar as formas - pictórica, fórmulas, explicitação de possibilidades, diagrama de árvores e tabelas.

Em relação ao design de interação, utilizamos os seguintes critérios apresentados por Leite (2007) que fez um estudo referente aos requisitos que devem apresentar uma interface educativa: (1) clareza e inteligibilidade durante a interação com a interface; (2) ícones representativos de suas funções; (3) presença de contraste de cores e/ou alertas visuais para

¹ O objetivo da Engenharia de Usabilidade é apresentar técnicas e métodos que podem ser utilizados sistematicamente para assegurar um alto grau de usabilidade na interface final de programas de computador, através do *design*, prototipação e avaliação de interfaces.

encaminhar a ação do usuário; (4) uso de recursos motivacionais e encorajadores da aprendizagem; (5) retomada de ações já executadas pelo usuário; (6) disponibilização de acesso a diferentes níveis de dificuldade; (7) apresentação de *feedback*, que auxilia a compreensão dos conteúdos; (8) apresentação de relatório das atividades desenvolvidas e do desempenho do usuário; (9) possibilidade do usuário acompanhar seu desempenho; (10) possibilidade do professor configurar e incluir novas atividades; (11) oferecimento de opções de ajuda variadas e que contemplam a proposta educacional do software; (12) gerenciamento do erro cometido pelo usuário, se é do tipo relacional ou numérico.

Resultados da análise de softwares educativos e objetos de aprendizagem

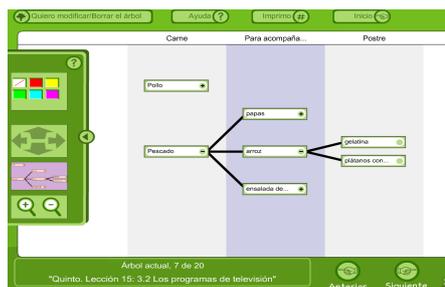
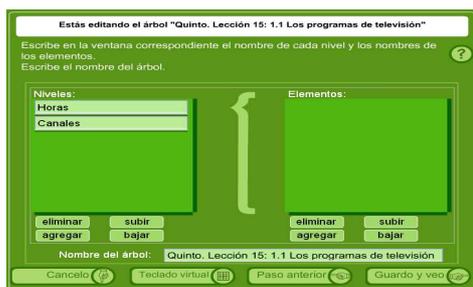
A técnica, Análise dos Competidores aplicada aos softwares e aos objetos de aprendizagem permitiu levantarmos algumas hipóteses quanto aos produtos a respeito de suas funcionalidades e propostas educacionais.

Os softwares e os objetos de aprendizagem receberam uma primeira análise que posteriormente será aprofundada e validada com outras técnicas, como observação de uso.

A seguir fazemos uma breve descrição de cada interface dos produtos avaliados:

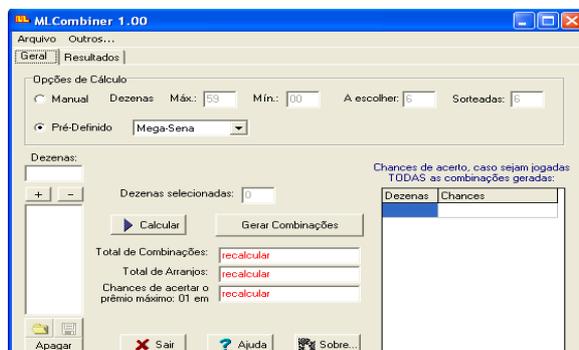
Diagrama de Arbol (Aguirre, 2005)

Este software foi desenvolvido para ser usado no estudo de Sandoval, Trigueros e Lozano (2007) e tem como proposta explorar o campo do raciocínio combinatório através de diagramas de árvore. Sua interface apresenta opções para criar uma árvore com elementos distintos ou iguais; permite usar exemplos já existentes na biblioteca do software e adicionar novas árvores à biblioteca. A opção que permite verificar os exemplos existentes tem uma apresentação gráfica composta por ferramentas que permitem ao usuário marcar e colorir os vários níveis, ampliar ou reduzir um nível específico, navegar pelos vários níveis da árvore, além da opção para editar e modificar a estrutura da árvore, que permite eliminar, agregar, subir ou baixar os níveis e os sub-níveis, dando ao usuário liberdade para experimentar suas estratégias de resolução.



ML Combiner (Less, 2001)

É um software que explora as combinações de números da seguinte forma: ao usuário selecionar um grupo de 10 números, organiza as combinações possíveis destes 10 números em grupos de 4, ou seja, neste caso gera 210 combinações possíveis. O software possibilita ao usuário selecionar opções pré-definidas, ou seja, o número de dezenas marcadas no cartão; ou selecionar suas outras definições, um número mínimo de dezenas a marcar. Embora apresente um exemplo prático do uso da combinatória não permite ao usuário despertar para o conteúdo, nem explora nenhuma forma de ajuda para conduzir a aprendizagem, somente para a interação com o aplicativo.



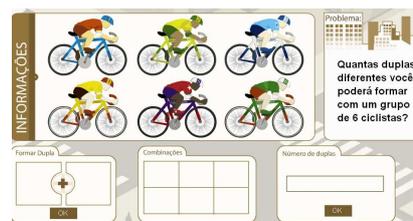
Combinação (RIVED, 2008)

A proposta do Objeto de Aprendizagem (OA) é explorar o conceito sobre problemas de combinação através do uso de

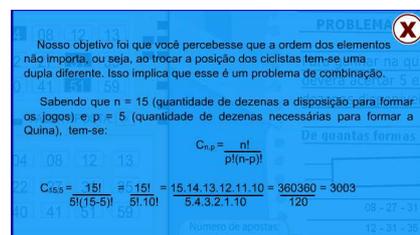


fórmulas. Sua interface apresenta o contexto de uma cidade onde é possível escolher problemas que envolvem fazer bilhetes de loterias ou combinar duplas de ciclistas. A interface apresenta os itens “Ajuda”, que

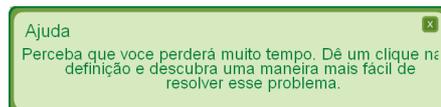
disponibiliza informações a respeito da interação com a interface; botão “Atividades”, onde o usuário pode escolher entre situações envolvendo uma aposta lotérica e formar duplas de ciclistas; botão “Definição”, que apresenta a definição e a fórmula resolutiva; botão “Teste seus conhecimentos”, que apresenta três questões de múltipla escolha; botão “Calculadora”, que disponibiliza a metáfora de uma calculadora. A situação envolvendo uma aposta lotérica oferece ao usuário a possibilidade de fazer apostas, mas quando o usuário chega ao número de 5 (cinco) simulações, o OA apresenta uma



mensagem pouco incentivadora. Um outro item a considerar é que ao informar a resposta incorreta o OA apresenta um quadro de demonstração da resolução por intermédio da fórmula com a resposta correta, induzindo que o usuário se utilize desta resposta para colocá-la como sua resolução. Na outra atividade, que explora um problema para formar duplas de ciclistas



acontece o mesmo fato quando o usuário tenta esgotar o número de tentativas ou não apresenta a resposta correta. Um aspecto positivo é que oferece a possibilidade de formar agrupamentos, usar calculadora e fórmula, testar conhecimento, além de uma interface gráfica criativa e de qualidade.



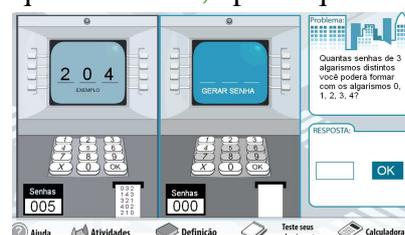
Permutação (RIVED, 2008)

O objetivo deste OA é estimular o reconhecimento e a interpretação de um problema de permutação, além de explorar a resolução pela fórmula. Sua interface explora o mesmo contexto do objeto Combinação (RIVED, 2008), com a diferença que os problemas exploram o tipo de raciocínio combinatório *permutação*, com a solicitação de resolução das situações de arrumar livros numa estante ou formar anagramas com placas de trânsito, nas quais o usuário é solicitado para formar anagramas com as letras e problemas. Da mesma forma que OA Combinação (RIVED, 2008), apresenta as mesmas funcionalidades de interação, ajuda e *feedback*. Como aspectos positivos podemos citar as formas de apresentação dos problemas contextualizados e com manipulação de objetos. (como a organização de livros em estantes e construção de anagramas), mas esta possibilidade é restrita porque após cinco construções, o OA alerta ao usuário sobre o quanto será cansativo continuar tentando e apresenta a fórmula resolutive.



Arranjo (RIVED, 2008)

A proposta deste OA é permitir ao usuário identificar um problema que trate de arranjo e encontrar a resposta correta através da fórmula resolutive. O OA disponibiliza dois tipos de situação: uma envolvendo número de placas de automóveis e outro, senha de conta bancária. Para a primeira situação é necessário clicar com o mouse para ativar e depois então usar o teclado numérico, um aspecto que acreditamos ser cansativo. Assim como os demais aqui analisados, após a quinta tentativa sinaliza para a inviabilidade de n construções e caso o usuário informe a resposta incorreta, apresenta um quadro com a fórmula resolutive. O mesmo procedimento é apresentado quando o usuário tenta formar senhas bancárias.



Resultados da avaliação sob o olhar da Teoria dos Campos Conceituais

A análise realizada embasada na Teoria dos Campos Conceituais permitiu fazermos algumas colocações a respeito dos softwares e dos objetos de aprendizagem. Embora o estudo não esteja finalizado, consideramos relevantes os achados até a presente data.

Um dos resultados é a necessidade de explorar, logo no início da introdução ao raciocínio combinatório, as representações para depois introduzir a formalização.

Outro aspecto relevante é a necessidade de oportunizar o uso de diferentes tipos de representações, como: árvore, tabelas, forma pictórica, diagramas, etc, ao invés de propor somente a fórmula como forma de representação.

Com a análise percebemos a importância de inicialmente explorarmos a representação para, a seguir, formalizar o conceito.

Vale salientar a necessidade de valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, evitando-se ensinar a representar, portanto se faz necessário que o professor acompanhe e oriente formas de representações corretas, evitando posteriormente erros do tipo relacional. Normalmente este tipo de erro ocorre quando o aluno confunde uma combinação com uma permutação.

É importante, também, conduzir a aprendizagem através de questionamentos. Cornejo (2006) defende que perguntas-chaves conduzem a aluno a aprendizagem com contribuições muito mais significativas, que a exploração da prova do conceito. As perguntas corretas tendem a dar um *feedback* que conduz à escolha da estratégia correta (Leite, 2007)

Também percebemos a necessidade dos softwares educacionais e dos objetos de aprendizagem evitar sinalizar que as construções de determinadas representações são exaustivas, mas deixar que o próprio aluno, a partir das tentativas para a resolução, defina uma estratégia.

Resultados da avaliação do design de interação

Para avaliação da interação adotamos os critérios apresentados por Leite (2007) descritos acima, na seção referente ao método do estudo.

As formas de ajuda apresentadas nos produtos analisados se limitam especificamente a instruir ao usuário como interagir com a interface ou apresentam a fórmula resolutive, enquanto deveriam contribuir para aquisição do conceito, oportunizar diferentes representações, oferecer pistas sobre estratégias, além de permitir ao usuário o acesso à estratégia correta. Para encaminhar e auxiliar a aprendizagem entende-se que as formas de ajuda precisavam estar ligadas aos invariantes mobilizados em cada conceito, além de serem

de fácil compreensão (Leite, 2007), permitindo aos usuários um suporte para a aprendizagem/aquisição do conceito, uma vez que o propósito seria oportunidade de nova reflexão sobre a situação.

Quanto ao tipo de erro cometido pelo usuário, analisamos erro envolvendo o cálculo relacional ou numérico. O cálculo relacional refere-se às operações do pensamento necessárias para que haja a manipulação das relações envolvidas nas situações (Magina *et al.*, 2001) e envolve diferentes estruturas mentais para estabelecer relações implícitas (Borba e Santos, 1997), enquanto que o cálculo numérico refere-se às operações usuais de adição, subtração, multiplicação, divisão. Ambos exigem do usuário competência na escolha, o cálculo relacional na escolha da operação adequada e o numérico, na realização correta da operação. Na análise nenhum produto considerou este critério e muito menos interligou as mensagens de *feedback* ou ajuda nesse contexto.

Segundo Atayde (2003) a simples transferência de conteúdos escolares para um software não traz ganhos para o processo de aprendizagem, é preciso que novas estratégias de ensino sejam exploradas complementares à tradicional. Por isso, o uso de recursos motivacionais deve atender a faixa etária e demanda do usuário, nem deve ser dispersivo nem deve ser singelo demais. Nos produtos encontrados podemos citar os objetos de aprendizagem como contextualizados, mas não percebemos contribuições quanto a encorajar a aprendizagem.

A possibilidade de rever e refletir sobre ações permite que o usuário possa testar hipóteses e explorar possibilidades (Braga, 2006), uma vez que procedimentos como a correção não-solicitada de um erro pode interromper o processo de reflexão sobre a resposta (Atayde, 2003). Nesse sentido, o Diagrama de Arbol (Aguirre, 2005) permite que o usuário construa várias vezes seus diagramas, inclusive permite gravar numa *biblioteca* para num outro momento usá-lo.

As mensagens de *feedback* devem considerar os invariantes que o conceito mobiliza, uma vez o uso do *feedback* adequado, a cada erro cometido pelo usuário, é um dos pontos essenciais da interação, pois através das mensagens podem sugerir formas do usuário chegar ao raciocínio correto ou à escolha da ajuda adequada (Leite, 2007). Uma mensagem adequada e inteligível pode contribuir decisivamente na aquisição de conhecimentos a partir do erro, desde que seja clara e consiga comunicar ao usuário a razão desse erro, ao invés de somente informar que a ação realizada está incorreta.

O contraste de cores e/ou alerta visuais ajuda a encaminhar a seqüência de passo que o usuário precisa fazer para concluir a ação. Outro fator que este critério contribui é quanto evitar a dispersão do usuário, atrapalhando o raciocínio (Ib Idem, 2007).

Considerações finais

A análise realizada ainda é preliminar, pois nossa proposta é expandir o estudo sobre softwares educativos e objetos de aprendizagem, a fim de perceber quais invariantes devem ser apresentados por estes aplicativos para que a aprendizagem em Matemática seja mediada com sucesso.

Em particular, objetivamos verificar o quanto estes produtos se propõem a trabalhar com os diferentes significados de combinatória, como apontados por Pessoa e Borba (2008), explorando diferentes relações, propriedades e simbologias.

Utilizando as análises propostas por Leite (2007), encontramos fatores fortes nos produtos analisados, como a necessidade de formas de representação simbólica variadas, *feedback* compatível com o tipo de invariante a ser mobilizado e ajuda que oportunize o usuário refletir sobre o conceito e reformular sua estratégia de resolução.

Apesar das críticas levantadas aos softwares e objetos de aprendizagem analisados, como a limitação às fórmulas ou a indução que o aluno se utilize rapidamente dessa estratégia, pode-se encontrar bons exemplos de trabalho, com possibilidades de despertar e manter o interesse do aluno, além de trazerem situações ricamente contextualizadas.

Nosso objetivo aqui não foi criticar ou sinalizar aspectos negativos dos produtos analisados, e, sim, despertar para a necessidade de construirmos produtos desta natureza embasados em teorias, como a Teoria dos Campos Conceituais proposta por Vergnaud (1968), dentre outras, além de respeitar alguns critérios mínimos de interação.

Muito mais que uma interface atendendo aos requisitos de interação, percebemos a necessidade do uso de variadas formas de representação simbólica para a compreensão de conceitos, considerando, inicialmente, os conhecimentos prévios dos usuários.

A demanda de um software educativo está vinculada com a capacidade de atender os requisitos de interação dos usuários, mas não menos importante é a capacidade de promover a aprendizagem, portanto, minimizar o esforço para compreender a interação repercute decisivamente no esforço para mobilizar um conceito.

O estudo oportunizou confirmarmos boas práticas de alguns produtos que se encontram disponíveis e evitar práticas que tendem a não atender a interação e o desenvolvimento de um conceito, por estarem distantes da necessidade do usuário. A pesquisa

para o desenvolvimento de um software se faz necessária para o design de interação e para a reflexão da necessidade de uso de um referencial teórico, para que práticas tradicionais com pouco sucesso deixem de se transformar em sistemas.

O estudo não se esgota aqui e a proposta final é que possamos desenvolver um aplicativo a partir do que estamos estudando para, então, pesquisarmos a efetividade da aprendizagem, objetivando, assim, contribuir para o desenvolvimento do raciocínio combinatório de nossos estudantes.

Referências

ATAYDE, P. R. MAQSEI - Metodologia de Avaliação de Qualidade de Software Educacional Infantil. *Dissertação de Mestrado do Curso de Ciência da Computação* – UFMG, 2003.

BORBA, R. & SANTOS, R. B. Investigando a resolução de problemas de estruturas aditivas por crianças de 3ª série. *Revista Tópicos Educacionais*, Recife, v. 15, nº 3, 105-124, 1997.

BRAGA, M. M. Design de software educacional baseado na teoria dos campos conceituais. *Dissertação de Mestrado do Curso de Ciência da Computação* – Centro de Informática, UFPE, 2006. Disponível em: www.cin.ufpe.br/~ccte. Acesso maio 2006.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Matemática. 1º e 2º ciclos. Secretaria de Ensino Fundamental, Brasília, 1997.

IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). *The Learning Object Metadata Standard*. (2001). Disponível em: <<http://ieeeltsc.org/>>. Acessado em: 19 nov. 2008.

LEITE, M. D. Design da interação de interfaces educativas para o ensino de matemática para crianças e jovens surdos. *Dissertação de Mestrado do Curso de Ciência da Computação* – Centro de Informática, UFPE, 2007.

MAGINA, S.; CAMPOS, T. M. M.; NUNES, T.; GITIRANA, V. *Repensando adição e subtração. Contribuições da teoria dos campos conceituais*. 1ª edição. São Paulo: PROEM, 2001.

MAGUIRE, M. Methods to support human-centred design. *Internacional Journal of Human-Computer Studies*. v. 55, nº4, p. 587-634, 2001.

MERAYO, F. *Matemática Discreta*. Madri : Editora Thomson Paraninfo S.A., 2001.

MORGADO, A., PITOMBEIRA DE CARVALHO, J., PINTO DE CARVALHO, P. & FERNANDEZ, P. *Análise combinatória e probabilidade*. Rio de Janeiro, Graftex, 1991.

NIELSEN, J. *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, Inc. San Francisco, 1993.

NUNES, T. e BRYANT, P. *Crianças fazendo matemática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

NUNES, T., CAMPOS, T., MAGINA, S., & BRYANT, P. *Introdução à Educação Matemática: os números e as operações numéricas*. São Paulo : PROEM, 2001.

PESSOA, C. & BORBA, R. Como crianças de 1ª à 4ª série resolvem problemas de raciocínio combinatório? *Anais do 2º SIPEMAT – Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*. UFRPE, Recife, 2008.

PORTER, M. E. *Estratégia competitiva técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 2ª edição. Campus: Rio de Janeiro, 1989.

RIVED. Rede Interativa Virtual de Educação. SEED/MEC. *Objeto de Aprendizagem Combinação*. Disponível em:
<http://RIVED.mec.gov.br/atividades/matematica/combinacao/combinacao.swf> Acesso: set. 2008.

RIVED. Rede Interativa Virtual de Educação. SEED/MEC. *Objeto de Aprendizagem Permutação*. Disponível em:
<http://RIVED.mec.gov.br/atividades/matematica/permutacao/permutacao.swf>. Acesso: set. 2008.

RIVED. Rede Interativa Virtual de Educação. SEED/MEC. *Objeto de Aprendizagem Arranjo*. Disponível em: http://www.RIVED.mec.gov.br/site_objeto_ver.php?codobjeto=218
Acesso: set. 2008.

SANDOVAL, Ivone; TRIGUEIROS, Maria & LOZANO, Dolores. Uso de un interactivo para el aprendizaje de algunas ideas sobre combinatoria en primaria. In: *Anais do XII Comitê Interamericano de Educação Matemática*, Querétaro, México, 2007.

SILVA, R. M. D. da; FERNANDEZ, M. A. Recursos informáticos projetados para o ensino de ciências: bases epistemológicas implicadas na construção e desenvolvimento de objetos de aprendizagem. In *Objetos de Aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico*. Organização: Prata, C. I; Nascimento, A. C. A. A. Brasília: MEC, SEED, 2007. Disponível em: <http://www.RIVED.mec.gov.br/artigos/livro.pdf>. Acessado em: 21 nov. 2008.

VALENTE, J. A. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M. C. R. A. *A Tecnologia no Ensino: Implicações para a aprendizagem*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. cap. 1, p. 15-37.

VERGNAUD, G. Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didática das matemáticas Um exemplo: as estruturas aditivas. *Análise Psicológica*, 1, 1986, p 75-90.

VERGNAUD, G. *El niño, las matemáticas y la realidad - Problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria*. Mexico: Trillas, 1991.

VERGNAUD, G. Multiplicative structures. In: R. Lesh & M. Landau (Eds.). *Acquisition of mathematics: Concepts and process*. New York : Academic Press, 1983.