

AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCATIVO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA - O CASO DAS ESTRUTURAS ADITIVAS

Silvia Sales de Oliveira¹

Hermínio Borges Neto²

Alex Sandro Gomes³

INTRODUÇÃO

Seguindo modelos socioculturais da atividade dos sujeitos em situações (Lave, 1988), adotamos o pressuposto de que as possibilidades de ações dos sujeitos são definidas por aspectos sociais e materiais da atividade. O sentido que têm os artefatos para os sujeitos emerge no uso dos mesmos (Meira, 1998), entretanto, esse sentido parece seguir uma direção preferencial, criando em torno do uso de um instrumento e de sua relação com a atividade, um campo de utilização que lhe é específico (Gomes, 1999). Numa atividade, um software compõe a dimensão material. Nosso propósito é o de averiguar se a direção polarizada pelo uso do software e sua inserção na atividade condizem com um aprendizagem efetiva de conceitos matemáticos. Cabe analisar o quanto um software educacional específico permite fazer emergir, na atividade dos indivíduos, situações que favoreçam o desenvolvimento dos conceitos matemáticos.

Neste artigo discutiremos a problemática da avaliação de software dentro do contexto do ensino e da aprendizagem de Matemática. Tradicionalmente, os softwares educativos são avaliados segundo uma grade de análise que engloba parâmetros relativos a qualidade da interface, da coerência de apresentação dos conceitos e de aspectos ergonômicos gerais dos sistemas.

¹ Bolsista ITI/CNPq, Laboratório Multimeios, FACED/UFC.

² Professor/Pesquisador CNPq, FACED/UFC.

³ Pesquisador DCR/CNPq, Laboratório Multimeios, FACED/UFC.

AVALIAÇÃO DE SOFTWARE

Avaliar um Software Educativo significa analisar as características de sua interface e suas implicações para o uso educacional. No processo de avaliação de software é importante observar a natureza do mesmo e aspectos técnicos. Em geral, não se faz referência a uma concepção de aprendizagem que norteie a aprendizagem mediada pelo software.

Com relação à natureza do software, Valente (1999) classifica softwares educativos de acordo com seus objetivos pedagógicos. Podendo ser classificados em tutoriais, aplicativos, programação, aplicativos, exercícios e prática, multimídia e Internet, simulação, modelagem e jogos. Estes softwares podem ser de caráter mais fechado ou não, isto é, o software fechado não permite que o aluno verifique o processo, mas somente o produto final. O software educativos, para Vieira (1999), podem ser classificados, também, quanto ao nível de aprendizagem do aluno como: seqüencial (transferência de informação, apresentação de conteúdos e postura passiva do aluno), relacional (objetiva a aquisição de certas habilidades, possibilita que o aluno relacione com outros fatos ou outras informações), criativo (está relacionado com a criação de novos esquemas mentais, possibilitando haver a interação entre pessoas e tecnologia, postura mais participativa e ativa do aluno).

Com relação aos aspectos técnicos, busca-se pontuar aspectos importantes na análise de um software educativo assim como: idioma, conteúdos abordados, público alvo, documentação (ficha técnica clara e objetiva, manual do professor com sugestões para o uso, ajuda on line), aspectos pedagógicos (facilidade no acesso às informações, adequação a faixa etária, clareza nas informações, tipo de exercícios), interface (facilidade de uso, interatividade com o usuário, qualidade de áudio, gráficos e animação, recursos de avançar e recuar, adaptação do usuário), conteúdos (fidelidade ao objeto, coerência de apresentação do conteúdo, correção dos exercícios, organização dos conteúdos, promoção da criatividade e motivação dos usuários), feedback (qualidade da motivação, forma de feedback), aspectos técnicos (instalação, manipulação, apresentação visual e controle dos comandos), avaliação (forma de avaliação, tempo destinado a respostas, forma de correção do erro, orientação em caso

de erro), aspectos gerais (alcança os objetos propostos, contribui para a aprendizagem dos conteúdos apresentados, preço compatível).

No que concerne os aspectos relativos a aprendizagem mediada pelo uso de um software, podemos partir de diferentes correntes teóricas da psicologia do desenvolvimento. Analisaremos a seguir três perspectivas teóricas acerca da aprendizagem para, em seguida, propormos uma metodologia de avaliação de software baseada na análise da aprendizagem consecutiva ao seu uso.

MODELO CONSTRUTIVISTA E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE

Para analisar a aprendizagem, partimos do princípio construtivista de que a aprendizagem se dá por adaptação do sujeito a novas situações. Dentro do quadro teórico construtivista, o elemento que descreve o processo de adaptação é a noção de esquema (Piaget e Inhelder, 1989). O conceito de esquema é descrito de um ponto de vista funcional, onde são especificados aspectos como a adaptação e a hierarquização de esquemas assim como as possíveis organizações cooperativas para a adaptação a novas situações. O desenvolvimento é determinado pela maturação biológica, que oferece suporte a aprendizagem através da experiência física com os objetos, e no contato social. É sempre a busca de um equilíbrio (assimilação e acomodação) devido o desequilíbrio provocado por uma nova descoberta. O indivíduo, quando colocado em contato com o ambiente físico e social, está diante de problemas que tiram do equilíbrio o organismo. Desta forma, ele está em constante mudança, isto é adaptando-se ao meio. Essa adaptação engloba dois processos: assimilação e acomodação. A assimilação é o processo que tem como finalidade solucionar uma determinada situação através da utilização de estruturas mentais já definidas. Porém, no processo de assimilação, muitas vezes, o indivíduo tenta solucionar problemas novos com base em estruturas antigas e não obtém êxito pois este problema requer novas estratégias. O indivíduo, então, irá modificar suas estruturas antigas para a solução de um problema ou situação, que foi definida por Piaget como acomodação. Estes dois processos, assimilação e acomodação, são complementares e perpassam por toda a vida do indivíduo de forma dinâmica, possibilitando o crescimento, desenvolvimento pessoal, social e adaptação intelectual.

Vergnaud (1997) expande a definição do conceito de esquema na sua estrutura interna, descrevendo uma possível estrutura interna e o funcionamento adaptativo do ponto de vista dessa estrutura interna. Ele descreve o processo de adaptação através da dinâmica interna de funcionamento do esquema. Nesse sentido, ele mostra que inferências são produzidas para gerar regras de ação. Os conhecimentos relativos a um campo específico do conhecimento é descrito por elementos lógicos de naturezas diferentes, a saber: funções proposicionais, ou teoremas-em-ato e proposições, ou conceitos-em-ato.

O conceito é definido por Vergnaud como sendo uma tríade de conjuntos: (a) de invariantes, i.e., propriedades de um conceito, (b) de sistemas de representações, (c) de situações. A partir dessa definição, inferimos que o aprendizado de um conceito ocorre progressivamente na medida em que os sujeitos apropriam-se de formas de representação dos conceitos, ou formas específicas de mediação. Além disso, o desenvolvimento conceitual ocorre progressivamente na medida em que os sujeitos desenvolvem esquemas de lidar com esses conceitos em situações diferentes. O desenvolvimento conceitual ocorre ainda pelo aumento do número de propriedades dos conceitos matemáticos (invariantes) que os alunos disponibilizam em situações. Vergnaud define ainda a noção de campo conceitual como sendo uma rede de conceitos. Dentro dessa rede, os conceitos apoiam-se mutuamente e essa dinâmica gera sentidos dos conceitos que são produzidos progressivamente. Nesse sentido, a aprendizagem de um conceito ocorre ao longo de um longo intervalo de tempo e emerge progressivamente na medida em que os indivíduos agem em situações diferentes, mediados por sistemas de representações diferentes.

Commentaire :
Seria interessante definir
"invariante" segundo Vergnaud ?

ESTUDO DE CASO – SOFTWARE PARA ENSINO DAS ESTRUTURAS ADITIVAS

O desenvolvimento conceitual relativo a estruturas aditivas, envolvendo, entre outros, os conceitos de número, adição e subtração, ocorre ao longo de um período de tempo de mais de duas décadas (Vergnaud, 1982, 1986). Segundo esse autor, existem pelo menos seis tipos diferentes de situações envolvendo esses conceitos. Apenas quando dominamos os conceitos nas situações englobados pelas estruturas aditivas é que realmente aprendemos os conceitos desse campo conceitual particular.

Vergnaud descreve o desenvolvimento conceitual, notadamente em termos de situações, do que ele chamou de estruturas aditivas, um campo conceitual particular que engloba as noções de adição, subtração, número. Ele identificou seis tipos diferentes de situações que variam quando elementos envolvidos com a criação da de situações por parte dos sujeitos. Seguindo essa ordem de construção, a aprendizagem das operações de soma e subtração ocorre progressivamente durante um longo período de tempo. Vergnaud (1986) mostra que adolescentes de 15 anos ainda têm dificuldades em lidar com alguns tipos de situações. O mesmo ocorre com o desenvolvimento conceitual relativo aos conceitos de multiplicação, divisão e correlativos, quando do desenvolvimentos das estruturas multiplicativas.

Nossa metodologia envolve a observação de sujeitos utilizando softwares e a emissão de inferências acerca dos elementos do conceito que emergem ao longo da atividade. Uma análise da adequação desse software inclui a realização de observações sistemáticas de seu uso junto a uma clientela de alunos. Os dados dessa observação devem ser organizados em termos de situações que emergem com o uso do software e os conhecimentos que são efetivamente mobilizados pelos alunos. Dentro da visão subjacente a teoria dos campos conceituais, o software permite a emergência de um conjunto restrito de situações.

Definindo situação como sendo a representação que o aluno faz de uma tarefa, e contrapondo essa definição com o conceito assim como definido por Vergnaud (1997), observamos que a adequação de software ao ensino de conteúdos está relacionada com a possibilidade de o software favorecer a emergência de uma grande variedade de situações envolvendo esse conceito. A situação só existe para o sujeito no momento que ele vai agir. Ele cria mentalmente uma representação dos fatos circunstanciais envolvidos com a realidade imediata. Nesse momento, os indivíduos mobilizam esquemas, mentais ou de ação, e constituem assim, para si, as situações.

De outra maneira, uma situação de resolução de problemas com software constitui-se em uma situação específica onde parte de um campo conceitual é mobilizado. No momento em que o indivíduo executa uma atividade com um software, ele mobiliza um determinado número de esquemas e assim fazendo, ele mobiliza um determinado número de invariantes operacionais. Suas ações são mediadas por

aspectos específicos da interface do software em uso, o que constituem-se em sistemas particulares de representação dos conceitos. Esses sistemas, à partir do momento que são apreendidos, ampliam o campo conceitual dos indivíduos quanto a um determinado conceito, constituindo-se em formas de mediação da atividade que envolva a posteriori esse conceito. Assim, na ação com um material qualquer, mobilizamos invariantes operacionais, mediados por sistemas de representações materializados pelas interfaces desses materiais e tudo isso ocorre ao mesmo tempo que situações fazem sentido para os indivíduos.

O software, ou apenas parte dele, podem compor a situação para o sujeito, e a forma como o indivíduo apreende a interface do software depende de seus conhecimentos anteriores e da forma como a situação representa-se nessa interface.

CONCLUSÕES

Grande parte dos softwares destinados a educação matemática parecem evocar apenas uma estreita porção de um campo conceitual específico. Daí a necessidade de utilizar uma grande variedade de materiais no ensino de matemática, incluindo materiais concretos e softwares. A diversidade de materiais poderá permitir a emergência de um grande número de situações que darão sentido aos conceitos matemáticos.

A aprendizagem de conceitos matemáticos ocorre a longo prazo. Os conceitos são apreendidos pelos alunos mediante suas participações em situações variadas. Nesse sentido, fazemos a hipótese de que nenhum software permitiria a emergência completa, ou pelo menos abrangente, de situações relacionadas com um conceito determinado.

Outra hipótese que fazemos é que um software não pode ser avaliado fora do contexto de uso. Pois, a adequação do software depende não apenas de suas características mas também da forma como o software está inserido na atividade de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a análise da adequação do software deveria, ao nosso entender, ser realizada junto a alunos para os quais o software é destinado e deve-se levar em consideração aspectos da atividade em envolvem o uso do mesmo.

Os softwares ditos fechados, com possibilidades de uso limitadas, não permitiria criar a emergência de um número grande de situações, o que limita o desenvolvimento

conceitual possível com o uso do mesmo. Da mesma forma, ele não permite veicular idéias relativas a um conceito através de uma grande variedade de sistemas de representações. Dentro dessa lógica, a qualidade de um software depende da possibilidade de os indivíduos construírem um vasto conjunto de situações, envolvendo um número relativamente importante de invariantes operacionais ou propriedades de conceitos. Por outro lado, a adequação de um software seria uma medida da abrangência do número de situações que o mesmo pode fazer emergir na atividade.

Entendemos que a seleção do software a ser trabalhado na escola deve ser feita pelo professor da disciplina, que está em contato direto com o processo de ensino e aprendizagem, pois é ele quem vai identificar as dificuldades dos alunos, por meio da análise de suas ações, e vai propor o uso de materiais os mais adequados a criar as situações favoráveis a aprendizagem dos conceitos mal compreendidos.

Na escola, o uso do computador deve ter como objetivos promover a aprendizagem dos alunos e ajudar na construção do processo de conceituação e desenvolvimento de habilidades importantes para que eles participem de maneira crítica dentro dessa nova sociedade tecnologicamente desenvolvida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, Gilda H. Bernardino de, Ana Regina Rocha – *Avaliação da qualidade de Software Educacional* – Em Aberto, Brasília, ano 12, n. 57, jan./mar. 1993;
- EQUIPE CBI MULTIMIDIA - *Cabo de guerra*, 1993.
- LEONT'EV A. N. – The problem of activity in psychology, In Werstch J. V. (Ed.) *The concept of activity in soviet psychology*, New York: Sharpe;
- OLIVEIRA, Celina Couto – ***Avaliação de Software Educativo*** – Tec. Educ, Rio de Janeiro- v.16 (77): 50-54, Jul./Ago 1987;
- PIAGET Jean et INHELDER Bärbel (1989) *A Psicologia da Criança*, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro;
- VALENTE, José Armando (Org) – ***O computador na sociedade do conhecimento*** – Campinas, SP: Unicamp/NIED, 1999;

VERGNAUD G. (1986). Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didactica das matematicas. Um exemplo: as estruturas aditivas. In *Analise Psicologica*, 1 (V): pp. 75-90;

VERGNAUD Gerard (1982) A Classification of cognitive task and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In T. P. Carpenter, J. M. Moser, et T. A. Romberg (Eds.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective*, Hillsdale, NJ: Laurence Erlbaum, pp. 39-59;

VIEIRA, Fábila Magali Santos – ***Avaliação de Software Educativo: Reflexões para uma Análise Crítérios*** URL: www.edutecnet.com.br/edmagali2.htm;