

Proposta de um modelo de análise de requisitos suscetível de subsidiar o processo de desenvolvimento de softwares educativos

Rafael de Alencar Lacerda
Universidade de Brasília
Brasil
rafael@raleduc.com.br

Gilberto Lacerda Santos
Universidade de Brasília
Brasil
glacerda@unb.br

ABSTRACT

The present work provides a model for requirements analysis in educational software. This model was developed through a qualitative research based on a case study of a software called Hercules and Jiló in the World of Mathematics. The proposed model includes five pillars to requirements analysis: context, audience, content, assessment and multidisciplinary team. The result of data analysis and modeling of this educational software provided an explanation of five products that, as according to the model, are expected this stage of the development of an educational software: planning, research, training of the team, delimitation of the scope and educational software modeling. The application of this model allows to consider relevant questions when it attends to development of an innovative teaching materials and an instrument useful to help developers in this software category.

RESUMO

O presente trabalho apresenta um modelo para levantamento de requisitos, primeira etapa do processo de desenvolvimento de softwares educativos - SE. Para se chegar a este modelo foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa com base em um estudo, em que tivemos em foco o processo de construção do software intitulado Hércules e Jiló no Mundo da Matemática. O modelo proposto contempla cinco pilares básicos para a análise de requisitos neste tipo de software: contexto, público-alvo, conteúdo, avaliação e equipe multidisciplinar. O resultado da análise dos dados e elaboração da modelagem deste software educativo proporcionou a explicitação de cinco produtos que, conforme o modelo, são esperados desta etapa do desenvolvimento de um SE: planejamento, pesquisa, capacitação da equipe, delimitação da envergadura do software e modelagem do mesmo. A aplicação deste modelo permite considerar questões extremamente relevantes quando se trata da construção de um material didático inovador, além de servir como instrumento de ajuda para desenvolvedores de objetos de aprendizagem.

KEYWORDS

Análise de requisitos, software educativo, educação mediada por tecnologias.

INTRODUÇÃO

De acordo com Summerville [1], “os requisitos para um sistema de software estabelecem o que o sistema deve fazer e definem restrições sobre sua operação e implementação”. Deste modo, a análise de requisitos é a etapa do desenvolvimento de um software na qual a equipe responsável estuda a fundo o perfil do usuário, o contexto em que o software estará inserido, além das funcionalidades que serão informatizadas, gerando, como produto final, a modelagem do mesmo.

Um software comercial comum, em geral, visa automatizar uma operação e todos os processos dentro de um contexto. Em se tratando de softwares educativos, a análise de requisitos ganha maior importância, pois é praticamente impossível automatizar o processo em si, pois dentro do mesmo tem-se a atuação de um ser humano em processo de aprendizagem e é sabido que as pessoas não aprendem todas da mesma maneira. No processo de análise de requisitos de softwares educativos é preciso levar em consideração os próprios conceitos de ensino e de aprendizagem. Se isto for levado em consideração, se perceberá que ensinar é fundamentalmente gerenciar diferenças no contato com o conteúdo. Portanto, em um processo de modelagem de um software educativo, faz-se necessário ter aqueles espaços em que a intervenção pedagógica se ausenta e o indivíduo funciona sozinho com o aparato tecnológico.

Atualmente, ao se desenvolver um software educativo, em grande parte dos casos, se utiliza metodologias tradicionais de engenharia de software, inclusive no que tange à análise de requisitos. O problema desta prática é que ela acaba levando a uma padronização excessiva do comportamento do usuário em função do que o software pede. Normalmente, o software educativo comercial que está em uso nos ambientes escolares propõe uma situação e todos têm que responder da mesma forma. Em uma relação educativa isso não acontece, cada indivíduo é diferente e parcialmente definido por suas diferenças [2].

Como se pode perceber, os prejuízos educacionais de uma falta de definição adequada para os processos de construção de softwares educativos são substantivos e perfeitamente verificados nas práticas escolares adotadas atualmente. Hoje, ao se olhar para a escola, se chega facilmente à conclusão de que o software educativo está sendo usado basicamente para

exercício de fixação de um conteúdo trabalhado anteriormente em sala de aula ou simplesmente para diversão dos alunos e o conseqüente “sossego” do professor. Um dos principais problemas está quando o aluno utiliza um software educativo excessivamente padronizado. Ele o utiliza uma, duas ou três vezes e o software se esgota, porque é sempre igual. Já quando o software educativo funciona em consonância com o modo de operação real da relação educativa, o aluno pode usá-lo várias vezes, pois sempre terá reações diferentes, dando respostas diferentes; assim, o software tem mais longevidade. Então, o presente trabalho tem como objetivo propor um modelo de análise de requisitos para software educativo que minimize tais lacunas.

A pesquisa aqui relatada foi essencialmente qualitativa, a partir do estudo de caso do desenvolvimento do software educativo Hércules e Jiló no Mundo da Matemática, sendo que os pesquisadores envolvidos tiveram o papel de observadores e de participantes, com o objetivo de esclarecer a seguinte questão: como definir uma estratégia de análise de requisitos adequada para o levantamento de necessidades em softwares educativos? Neste sentido, a problemática de pesquisa estende-se a questões fundamentais ao encaminhamento de solução capaz de atender às necessidades até aqui apresentadas.

Como ponto de partida, foi utilizada uma metodologia de engenharia de software consolidada (Prototipação) e, a partir das análises dos dados coletados e da experiência vivenciada como observador participante, foi proposto uma nova abordagem de análise de requisitos para softwares educativos. Para dar forma à investigação, empregamos a análise documental, observações em reuniões de equipes, entrevistas individuais e acompanhamento de situações de experimentação de atividades previstas para o objeto de aprendizagem. O software educativo, objeto deste trabalho, é voltado para o ensino de Matemática nas Séries Iniciais, chamadas hoje de 1º Ciclo, mais especificamente para crianças que apresentam deficiência intelectual. Entretanto, pretende-se que o software educativo não seja restrito apenas a essas crianças, mas sim que seja recomendado a elas. Não é objetivo desta pesquisa avançar a fundo nas questões pedagógicas inerentes às crianças que apresentam deficiência intelectual, muito menos no uso da informática como apoio às atividades educativas para esse grupo, pois o foco do trabalho é centrado nas estratégias de levantamento de requisitos, independente do público alvo que o software quer atingir. Portanto, o objetivo geral da pesquisa é propor um modelo para análise de requisitos para processos de concepção ou desenvolvimento de softwares educativos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Novas tecnologias, novos papéis docentes, novos materiais didáticos

A sociedade contemporânea foi submetida a diversos fatores tecnológicos e culturais que geraram o que conhecemos como Sociedade da Informação. Segundo Rodrigues [3] a Sociedade da Informação altera radicalmente os modelos de

organização e funcionamento das sociedades. Isto devido à importância da informação como fator de desenvolvimento. De fato, Schaff [4] defende que a grande riqueza desta nova sociedade é a informação. Entretanto, a informação sempre existiu; o que revoluciona, no momento atual, é a velocidade com que ela se propaga. Neste sentido, o autor nos alerta para o surgimento de novos parâmetros para o estabelecimento de diferenças e divisões da sociedade, sendo o acesso à informação o mais grave de todos. Tanto Schaff [4], quanto Rodrigues [3] e Pais [5] acreditam que os programas escolares são as maiores armas para combater esse possível problema. O que se percebe ao discutir o impacto das tecnologias na escola é que se tenta buscar o rompimento da estrutura escolar advinda da era industrial, conforme coloca Lacerda Santos [6].

Levando em consideração esse novo contexto, Costa [7] afirma que a questão é saber quais os domínios e cuidados que se deve ter na utilização do computador na escola, objetivando o máximo proveito possível. Isto porque com o computador, o papel do professor fica reforçado e ganha novas dimensões. A autora coloca ainda que a relação professor/aluno é positivamente afetada pela utilização do computador na escola, uma vez que:

- O Professor terá que adquirir novas competências e conhecimentos. Neste sentido, Pais [5] coloca que estas competências devem ser refletidas e gerarem novas diretrizes para a formação de professores focadas no auto-aprendizado em equipes, por meio de recursos como Internet, listas de discussões, fóruns e educação a distância.
- A Internet, como a tecnologia de informação e comunicação mais poderosa hoje, permitirá trazer, para dentro da sala-de-aula, a interatividade, a interdisciplinaridade, a interação social, a perspectiva intercultural.
- A escola atual está colocada perante o desafio de ser capaz de evoluir e adaptar-se às novas necessidades.

Com base nos aspectos apontados anteriormente, ressalta-se, como defendem Rodrigues [3], Schaff [4] e Pais [5], que as mudanças no sistema educativo são o princípio básico para a preparação dos cidadãos para a sociedade da informação. Acredita-se, assim, que a inserção das novas tecnologias poderá contribuir para minimizar o impacto dessas mudanças no sistema educativo, uma vez que potencializa a criação de um ambiente mais próximo ao vivenciado no cotidiano de alunos. Entretanto, essa inserção também traz novos desafios didáticos, necessitando revisão de princípios, conteúdos, metodologias e práticas compatíveis à potencialidade dos recursos informáticos [5]. Com o crescente uso das novas tecnologias nas mais diversas atividades, emerge um debate a respeito do seu uso nos meios educacionais, bem como sobre o papel do professor e de sua mediação pedagógica diante dessa nova realidade.

Na contra-mão dos desafios, a realidade apresentada por Masetto [8] explicita a alta importância dada ao conteúdo em detrimento das questões didáticas nos cursos de formação de professores. Sendo esse o cenário, o autor (op.cit, p. 134)

levanta as seguintes questões: “para que se preocupar com tecnologias que colaborem para um ensino e uma aprendizagem mais eficazes? Não basta o domínio do conteúdo como todos apreçoam?”

Para Masetto [8], a origem desse pensamento tecnicista está nas práticas docentes e programas educacionais das décadas de 1950 e 1960, quando se procurou impor o uso de técnicas comportamentalistas na educação, sempre focando em definição de objetivos de acordo com determinadas taxonomias, aplicação de instrução programada, padronização de métodos de trabalho para o professor, entre outros.

Para Tardif e Lesard [4], a escola concebida na época industrial segue o mesmo caminho desde sua criação, passando por grandes dificuldades para integrar as mudanças em curso. Porém, o espaço da sala-de-aula tende a se expandir. Kenski [9] coloca que essa nova sala-de-aula requer uma nova escola, na qual não exista nem a desordem nem o relativismo absoluto. A interação com novas “comunidades”, sejam elas reais ou virtuais, torna os indivíduos cada vez menos seres imutáveis. Um outro aspecto relevante, levantado pela autora, é que as atividades didáticas também se alteram, sendo orientadas a privilegiar o trabalho em equipe, no qual o professor passa a ser um membro participante.

Nessas equipes, o tempo e o espaço são o da experimentação e da ousadia em busca de caminhos e de alternativas possíveis, de diálogos e trocas sobre os conhecimentos em pauta, de reciclagem permanente de tudo e de todos. Surgem oportunidades de novos momentos de interação que ultrapassam os horários e espaços restritos das salas de aula [9].

A autora afirma ainda, que os espaços físicos da sala de aula também se alteram, uma vez que deslocamentos tanto dos professores quanto dos alunos são cada vez mais necessários. Os momentos dos alunos diante da máquina se alternam com momentos de discussão em grupo dos resultados alcançados por essa interação. Portanto, pode se considerar que as tecnologias novas (computador ou internet) ou velhas (giz, quadro negro ou caneta) influenciam o planejamento, a organização e as práticas educativas e “impõem profundas mudanças na maneira de organizar os conteúdos a serem ensinados, as formas como serão trabalhadas e acessadas as fontes de informação, e os modos, individuais e coletivos, como irão ocorrer as aprendizagens” [9].

No próximo tópico, serão apresentados alguns conceitos inerentes à engenharia de software, que são pré-requisitos para o entendimento do processo de desenvolvimento de um software educativo.

2.2. Considerações sobre a engenharia de Softwares Educativos

A engenharia de softwares, enquanto disciplina, tem por objetivo a compreensão e o controle da complexidade inerente ao processo de desenvolvimento de softwares. Em se tratando de softwares educativos (SE), este processo de desenvolvimento tem que abraçar tanto o funcionamento do sistema propriamente dito, quanto os mecanismos

pedagógicos e didáticos que constituem a base de todo instrumento de ensino e de aprendizagem [10]. Neste contexto, Benitti, Seara e Schlindwein [11] afirmam que a construção de um SE aborda questões específicas que diferem dos sistemas computacionais tradicionais, como aplicações bancárias ou automação de empresas, que, portanto, devem ser consideradas em seu desenvolvimento. Segundo Oliveira, Costa e Moreira [12], no Brasil, as iniciativas de desenvolvimento de softwares educativos não são ainda significativas, apresentando-se, muitas vezes, desconectadas da realidade educacional. Ainda que já exista certo nível de informatização das escolas, os educadores parecem perplexos em relação a melhor forma de se utilizar o SE no processo de ensino-aprendizagem. E quando é disponibilizado um novo SE para o mercado brasileiro, sua qualidade é questionada, devido à dificuldade de sistematização crítica da experiência de uso dessa ferramenta pedagógica.

Kenski avança ainda mais nesta discussão quando afirma que parte da responsabilidade acerca da baixa qualidade dos softwares educativos existentes no mercado é dos educadores, que não assumem posturas críticas com relação a tais produtos tecnológicos. A autora coloca que esses programas são pedagogicamente ruins e com conteúdos traduzidos e adaptados de outros contextos. Como solução, Kenski sugere a participação de educadores nas equipes de desenvolvimento das “novas tecnologias educativas” (p. 49). [9]

Em um processo de engenharia de softwares educativos, é necessário pensar no educando e em seu relacionamento com o conhecimento durante a aprendizagem. Portanto, o analista de um sistema educativo lida com um conjunto de aspectos subjetivos que caracterizam a apreensão de um conteúdo, as estratégias didáticas que facilitam sua abordagem e o próprio entendimento do processo de ensino-aprendizagem.

2.3. Análise de Requisitos para desenvolvimento de SE

De acordo com Summerville [1], “os requisitos para um sistema de software estabelecem o que o sistema deve fazer e definem restrições sobre sua operação e implementação”. Dessa forma, esta fase é fundamental para o sucesso do software. Então, podemos afirmar que este momento corresponde à formação (concepção) do software. No processo de desenvolvimento de um software educativo, a análise de requisitos é negociada, uma vez que é interdisciplinar, pois envolve toda equipe com múltiplos conhecimentos, como colocado por vários autores ([10]; [11]; [12]; [13] e [14]). Esta negociação tem como base o público-alvo, os objetivos de aprendizagem, o contexto e as outras dimensões dos indivíduos que a informática não consegue alcançar.

Ao se analisar um software convencional, percebe-se claramente que seu processo de desenvolvimento requer procedimentos menos complexos do que aqueles empregados no software educativo. A fase de análise de requisitos, muitas vezes, tem como base unicamente algumas reuniões com os usuários para entender o processo que será automatizado. Por se tratar de um processo simples, se comparado ao processo de ensino e aprendizagem, a definição dos requisitos neste

tipo de software é basicamente identificar com precisão o que o sistema irá fazer e quais serão as restrições sobre sua operação e implementação [1].

No processo educativo, uma boa parte das ações não são informatizáveis, pois acontecem no cérebro da criança e/ou do professor, o que dificulta ainda mais a construção de um SE, uma vez que cada indivíduo é singular e, no que se refere a seus processos cognitivos, demanda uma atenção particular. Outro aspecto relevante na análise de requisitos de softwares educativos é que um conteúdo a ser aprendido ou reconstruído é sempre percebido de forma diferente por alunos diferentes, razão pela qual o procedimento de desenvolvimento de um SE não pode ser engessado. Sendo assim, para que o software educativo seja um material didático inovador, ele deve permitir, o mais possível, que as diversas formas de aprendizagem sejam contempladas em sua concepção. No processo de aprendizagem, com ou sem a mediação de um SE, diferentes alunos podem ficar aquém ou além dos objetivos de aprendizagem ou alcançá-los por caminhos mais ou menos curtos. Um dos objetivos de qualquer software educativo é estar a serviço deste processo e a análise de requisitos deve modelá-lo para que garanta tal funcionalidade.

2.4. A Necessidade de um novo modelo

Por se tratar da relação existente entre professor, aluno e conteúdo, a relação educativa é altamente complexa e, por natureza, imprecisa. A grande incógnita desta relação está no que se passa na cabeça do aluno, ou seja, como cada um aprende. Para tentar compreender como se constrói essa relação, Tardif e Lessard abordam algumas questões inerentes a ela, como a sua complexidade, o contexto na qual está inserida, a presença de alunos mais pragmáticos e utilitaristas, o lado emocional da ação docente e as tensões e dilemas presentes:

Cada indivíduo é diferente e parcialmente definido por suas diferenças, às quais é preciso respeitar, sobretudo em situações de ensino em que se procura gerenciar diferenças individuais. Embora ensinem a coletividade, os professores não podem agir de outro modo senão levar em conta as diferenças entre os alunos, pois são os indivíduos que aprendem e que, num outro plano, fazem a coletividade aprender. [...] Mesmo trabalhando com coletividades, os professores não podem tratar os indivíduos que as compõem como elementos de uma série homogênea de objetos. Pelo contrário, devem levar em conta as diferenças, as reações, a natureza individual como exigências inerentes, que definem a própria natureza de sua tarefa [2].

É claro que existem tarefas na relação educativa que são passíveis de automatização em um software educativo. Entretanto, existem outras que são impossíveis de serem automatizadas; pois se passam dentro da cabeça dos indivíduos, como colocado anteriormente. Um software educativo deve automatizar as tarefas passíveis e permitir que o professor trabalhe com tal complexidade e imprecisão, possibilitando que consiga gerir o que ignora do aluno, o que não é uma tarefa fácil.

Outro fator relevante a ser levado em consideração no desenvolvimento de um software educativo é o contexto no qual ele está inserido. Neste sentido, o processo de desenvolvimento de um software educativo deve contemplar a possibilidade de sua maleabilidade para funcionar em diferentes contextos e situações.

Por outro lado, um modelo de engenharia de software educativo deve contemplar equipes multidisciplinares que participam a todo instante do processo, com o objetivo de garantir a qualidade pedagógica do mesmo. Para isso, é importante que as representações dos diversos atores envolvidos sejam niveladas [13].

Acredita-se que um olhar diferenciado para a análise de requisitos poderá auxiliar neste nivelamento tão necessário, pois assim, as funcionalidades e possibilidades do SE serão entendidas da mesma forma por todos da equipe, além de compreenderem todo o processo de desenvolvimento das mesmas.

Em provisória conclusão e com base nos aspectos trabalhados até então, percebe-se que há espaço para se propor modelos que apoiem as técnicas de desenvolvimento de software educativo que dêem conta da complexidade da relação educativa. Portanto, o presente trabalho visa propor o desenvolvimento de um modelo de análise de requisitos para softwares educativos fundamentado no acompanhamento do desenvolvimento do software educativo “Hércules e Jiló no Mundo da Matemática”.

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Pelas características do problema apresentado, definiu-se pela realização de uma pesquisa qualitativa, a qual visa captar a realidade dinâmica e complexa do objeto de estudo no seu contexto histórico.

Para alcançar o objetivo desta pesquisa partiu-se dos processos padrão de análise de requisitos que serviram como parâmetros para que se pudesse evoluir até o modelo pretendido. Foram levados em consideração todos os momentos da análise de requisitos convencional, com a particularidade de um software educativo. Na medida em que estas foram sendo trabalhadas, observaram-se as diferenças e particularidades inerentes a tal tipo de software, resultando em uma metodologia específica de análise de requisitos para softwares educativos.

Dentre os vários tipos de abordagens qualitativas, optou-se por realizar um estudo de caso, caracterizado pelo “desejo de entender um fenômeno social complexo” [15] e pela tentativa de esclarecer “uma decisão ou um conjunto de decisões: por que elas foram tomadas? Como elas foram implementadas? Quais os resultados alcançados?”

Outro ponto tomado como importante para a escolha deste método, encontra-se na formulação de Hoppen [16] ao afirmar que, no estudo de caso, não há manipulação ou controle dos sujeitos pelo pesquisador e, além disso, permite estudar fenômenos que estão em curso ou os que já aconteceram.

A pesquisa se deu no campo prático, totalmente emergida no processo de desenvolvimento do referido software educativo, com o intuito de generalizar as conclusões para um modelo de análise de requisitos para softwares educativos.

Dentre os procedimentos indicados para coleta de dados em estudo de caso, utilizou-se a análise documental que apontou novos aspectos da realidade pesquisada. Além disso, foram gravadas e analisadas as reuniões com a equipe responsável para o desenvolvimento do software educativo, com o objetivo de sondar as representações dos diversos membros da equipe.

No papel de participante, atuamos como analistas de sistemas, com a missão de modelar o sistema e orientar os membros da equipe na tocante à tecnologia aplicada à educação. Foram realizadas entrevistas individuais semi-estruturadas com os membros da equipe para validar as observações, bem como para categorizar variáveis que serviram de pilares para as etapas do modelo proposto para a análise de requisitos em softwares educativos.

Sendo assim, os documentos para análise foram: (1) frutos das anotações/observações das reuniões; (2) os registros dos sujeitos observados no ambiente virtual, os diversos diagramas e modelos que fora feitos no decorrer do processo de desenvolvimento do software educativo e; (3) entrevistas individuais semi-estruturadas com os membros da equipe de desenvolvimento do software educativo “Hércules e Jiló no mundo da matemática”.

4. O MODELO HELICOIDAL PARA ANÁLISE DE REQUISITOS DE SE

Como resultado da investigação, o modelo proposto é baseado na representação do DNA, que é uma molécula orgânica que contém a "informação" que coordena o desenvolvimento e funcionamento de todos os organismos vivos, uma vez que a análise de requisitos, no desenvolvimento de softwares é exatamente a etapa de planejamento e formação.

Este modelo tem como sustentação cinco pilares base: público-alvo, contexto, conteúdo, avaliação e equipe multidisciplinar. Como no DNA, não há a existência de um pilar isoladamente, mas uma firme associação entre todos eles. A base do modelo é a formação de uma equipe multidisciplinar, representada por um cilindro, em torno do qual as quatro hélices (público-alvo, contexto, conteúdo e avaliação) se entrelaçam (Figura 1).

No caso do SE Hércules e Jiló no Mundo da Matemática, na medida que foram sendo executadas algumas etapas, cinco produtos foram gerados, a saber: i) planejamento, ii) pesquisa, iii) capacitação da equipe, iv) delimitação da envergadura do software, v) modelo do software educativo. Tais etapas permitiram que identificássemos cinco pilares para a construção de um software educativo, que são detalhadas na seção a seguir.

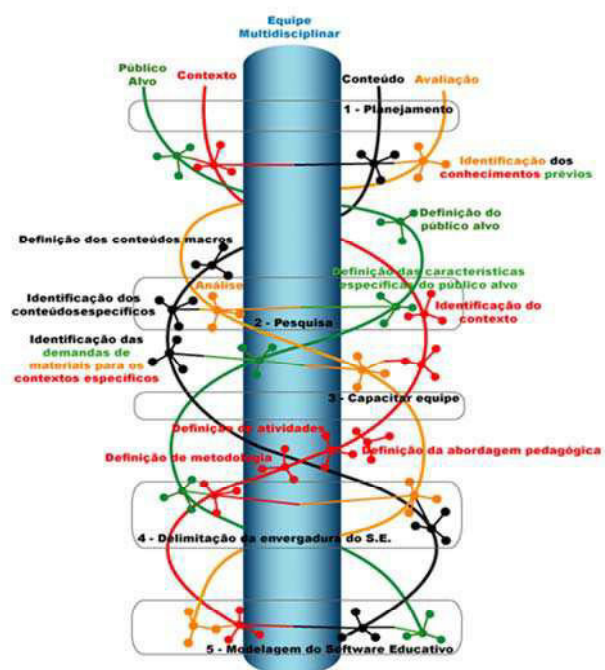


Figura 1. Modelo Helicoidal para análise de requisitos de SE

4.1. Os 5 pilares do Modelo Proposto

No processo de construção de um software educativo, conhecer a clientela para qual ele se destina pode ser considerado como chave para o sucesso do mesmo. Entender o perfil dessa clientela, quais são os objetivos visados e qual o tipo de aprendizagem, facilitará na definição da forma com que esse software poderá promover a construção da aprendizagem. O público-alvo objeto do caso estudado nesta pesquisa foi constituído por alunos das séries iniciais com deficiência intelectual.

O contexto aparece como um dos pilares no desenvolvimento de um software educativo. As características que envolvem o ambiente no qual o SE será inserido formam exatamente o contexto do referido software. Dessa forma, ao se produzir um software educativo é fundamental identificar em que ambiente ele será trabalhado. O importante é que o contexto seja percebido (idealizado, no caso da análise de requisitos de um SE), bem como as atividades coadjuvantes, que ajudam a contextualizar o conteúdo do software no processo de escolarização formal. Acrescenta-se, também, a relevância de se conhecer o ambiente escolar em que o software educativo será inserido, haja visto que este ambiente também faz parte do contexto.

O terceiro pilar trabalhado no modelo proposto é a definição do conteúdo a ser abordado no software educativo. Por definição, um software, para ser educativo, deve ser concebido para facilitar um processo de ensino e aprendizagem e todo processo educativo tem como objetivo *sine qua non* a abordagem de um conteúdo. No caso de um software educativo não será diferente, pois é preciso definir quais serão os conceitos que ele pretende abordar.

Como pôde ser observado na fala dos entrevistados, na definição dos conteúdos é muito importante ouvir quem está à frente do processo de ensino, ou seja, os professores. Para isso, foi elaborada uma pesquisa com os professores da escola pública que serviu de ambiente para o desenvolvimento do software, a fim de se identificar os conteúdos mais pertinentes para serem tratados pelo SE. Tal procedimento levou não só ao conteúdo que seria abordado, mas também às estratégias didáticas que seriam inseridas no software educativo, o que facilitou muito na definição da metodologia e do escopo do mesmo.

O procedimento descrito acima, conduzido pelos Professores Doutores Amaralina Miranda de Souza e Cristiano Alberto Muniz, co-autores do software em questão, resultou na explicitação dos seguintes conteúdos:

- A relação quantidade e símbolo numérico: Apareceu de forma bastante clara e reincidentemente nas respostas, o que se justifica por se tratar de base piramidal do conhecimento de toda a aritmética e que se constitui em conteúdo pilar na alfabetização matemática.
- Sistema de numeração decimal: Percebeu-se que há uma diferença entre a dificuldade do número na sua relação com a quantidade, envolvendo, por exemplo a contagem, com aquela que diz respeito a estrutura do número no sistema de numeração decimal (que é o adotado pela nossa cultura). Assim, tais dificuldades nos remetem a tratar das estruturas lógicas que dão sustentação ao sistema de numeração, ou seja, o agrupamento e o posicionamento. Lidar com a grande magia que é a representação do número no sistema decimal implica em saber tratar destas duas noções: o agrupamento e o posicionamento, idéias que aparecem fortemente imbricadas entre si. Assim, um aluno com dificuldade no agrupamento vai revelar dificuldade na idéia do posicionamento, e vice-versa, em geral.
- Enfrentar pedagogicamente tais dificuldades (que antes de tudo são dificuldades de ordem epistemológica, e por consequência, de ordem didática) requer, no contexto de nosso Projeto, pensar em propor jogos matemáticos que tenham como regras tais estruturas. Pensamos que ao assimilar o novo jogo, ou seja, assimilando as regras que o sustentam, o aluno estará ludicamente assimilando tais estruturas tão importantes para a aprendizagem e construção da idéia do número no sistema decimal.
- Operações: Quanto às operações, a questão é mais difícil de responder tanto pela sua amplitude quanto a sua complexidade. Muniz (1999) revelou o quanto as abordagens das operações em jogos têm sido indevidas e inadequadas. As proposições de utilizações de jogos para aprendizagens das operações devem evitar cair no erro clássico: propor jogos onde o ganho depende de resolução de uma operação matemática (avança de acertar a conta, recua de não acertar). Neste contexto a atividade matemática é tomada com obstáculo, punição, numa evidente proposta behaviorista, em nada contribuindo para a aprendizagem da operação em jogo.

Um pilar importantíssimo para que a análise de requisitos seja fidedigna ao software educativo idealizado é a avaliação constante dos processos. Sob este aspecto, no caso do SE em foco, percebeu-se a constante discussão e avaliação nas reuniões de trabalho.

Foi criada a comunidade virtual Hércules e Jiló, no ambiente virtual de aprendizagem da Universidade de Brasília – UnB (<http://www.aprender.unb.br>) para que as discussões fossem além do espaço e tempo das reuniões de trabalho. Nas falas dos participantes desta comunidade fica explícito que a avaliação foi um ponto constante e preponderável no processo de análise de requisitos de tal software educativo.

Por envolver fenômenos extremamente complexos, como colocado anteriormente, o processo de desenvolvimento de um software educativo deve ser realizado por uma equipe com competências diversas. Exatamente por isto, surge a necessidade de se trabalhar com uma equipe multidisciplinar. E vamos mais além, a equipe deve possuir também uma diversidade de experiência, haja visto que quanto mais variada a diversidade teórica, maior será o apoio entre seus membros para se construir uma ferramenta mais adequada.

Existem papéis claros em uma equipe de desenvolvimento de um software educativo, mas os papéis se encontram e se entrelaçam. Assim, o mais rico deste processo é a construção, é a troca, é a construção realmente coletiva, isto é que faz a equipe se aproximar um pouco mais de um objeto concreto de contribuição. Entretanto, a formação de uma equipe multidisciplinar não garante a qualidade de um software educativo. Faz-se necessário pensar em uma metodologia adequada para esta produção, embasada em uma proposta pedagógica transparente e não resumida a uma abordagem meramente técnica e tecnicista [12].

4.2. Produtos decorrentes do modelo proposto

No decorrer da análise de requisitos realizada no projeto Hércules e Jiló no Mundo da Matemática, foram produzidos alguns materiais que foram considerados produtos desta fase da construção do referido software educativo. Entende-se que esses produtos podem nortear uma melhor compreensão do modelo aqui proposto.

4.2.1 Planejamento

“O planejamento é um processo administrativo que visa determinar a direção a ser seguida para alcançar um resultado desejado” [17]. Nesse sentido, o planejamento é o lado racional da ação, pois é uma ferramenta administrativa que possibilita perceber a realidade, avaliar os caminhos, construir um referencial futuro, estruturando o trâmite adequado e reavaliar todo o processo a que o planejamento se destina.

O produto do planejamento da análise de requisitos do software educativo Hércules e Jiló no Mundo da Matemática é um documento que definiu as tarefas do processo de construção do mesmo, com a identificação de seus respectivos responsáveis.

Ao longo do planejamento, algumas atividades foram explicitadas e, em conjunto, contribuíram para a construção do produto de que trata este tópico. São elas:

- Formação da equipe: Definição dos perfis necessários para a construção do software educativo;
- Identificação dos conhecimentos prévios da equipe: Neste momento, são levantadas as hipóteses da equipe, que tem haver com a sua história dentro daquele campo investigativo;
- Definição do Público Alvo: Definição dos usuários finais do software baseado nas hipóteses da equipe;
- Definição dos conteúdos macros: As hipóteses da equipe nos leva a alguns conteúdos maiores que hipoteticamente são tratados de forma inadequada em sala de aula.

4.2.2 Pesquisa de Customização

A pesquisa de customização é uma etapa fundamental para que se consiga identificar as características do público alvo, do contexto do software educativo, bem como as necessidades dos professores com relação a conteúdos específicos. É um procedimento que garante a compreensão das situações que cercam o ambiente que o software educativo será inserido.

Para realizar a pesquisa no âmbito do Se objeto deste projeto, foi construído e aplicado questionário que teve como objetivo sondar, junto a professores, características do público-alvo, do contexto e do conteúdo a ser trabalhado.

Ao longo da pesquisa, algumas atividades foram explicitadas e, em conjunto, contribuíram para a construção do produto que trata este tópico. São elas:

-
- Análise dos dados coletados: Uma análise detalhada dos dados oferece subsídios para avançar com segurança no processo de desenvolvimento do software, pois confronta a realidade do professor com as hipóteses iniciais;
- Identificação dos conteúdos específicos (“problemáticos”): Um dos produtos da análise dos dados é a identificação dos conteúdos específicos que são menos assimilados pelos alunos, permitindo uma definição mais segura dos conteúdos que serão trabalhados no software educativo;
- Identificação do contexto: Com o resultado da pesquisa, fica claro o contexto que o software educativo será inserido e qual a realidade do professor, do aluno e da própria escola;
- Definição das características específicas do público alvo: A pesquisa nos mostra quais são as deficiências dos alunos com relação aos conteúdos. Como o aluno se porta

diante do processo ensino-aprendizagem e possíveis caminhos para solucionar os problemas.

4.2.3 Capacitação da equipe

A capacitação da equipe é necessária para que todos os membros tenham conhecimentos nivelados sobre público-alvo, contexto e conteúdo. Para que se conseguisse o nivelamento nas representações dos membros da equipe, uma série de atividades foi programada. Primeiramente, foram disponibilizados e discutidos alguns textos sobre bases conceituais do uso de jogos na educação, sobre o processo de aprendizagem em crianças com deficiência mental, sobre a construção e aplicação de projetos pedagógicos e sobre informática aplicada a educação.

Em um segundo momento, foram apresentados seminários sobre jogos na educação e projetos pedagógicos na educação, que serviram de base para uma discussão mais aprofundada sobre os temas em questão. Outro fato que vale ser ressaltado é que em todas as reuniões da equipe existiram momentos em que as teorias que envolvem o projeto eram discutidas em detalhes, de tal forma que, após algum tempo, todos os membros falavam com segurança sobre tais assuntos.

Como foi comentado no item anterior, uma comunidade virtual foi criada e ela serviu como um ambiente para interação e disseminação de materiais instrucionais sobre os temas inerentes à abordagem do Hércules e Jiló no Mundo da Matemática.

4.2.4 Delimitação da envergadura do software

Na delimitação da envergadura do software define-se até onde o software pode chegar em termos práticos. São levadas em considerações as limitações físicas, temporais e econômicas. Algumas atividades foram explicitadas e, em conjunto, contribuíram para a construção dos produtos que trata este tópico. São elas:

- Definição de abordagem pedagógica: Neste momento estuda-se a melhor abordagem pedagógica que fundamentará o software educativo;
- Definição de atividades: Neste momento é definido quais funcionalidades o software educativo terá;
- Definição de metodologia: A metodologia é a estratégia que o software educativo utilizará para trabalhar os conteúdos.

Um dos produtos que foram produzidos para explicitar a envergadura do SE está representado na figura a seguir, a qual apresenta um organograma das funcionalidades do referido software e identifica exatamente até onde o Hércules e Jiló no Mundo da Matemática será trabalhado.

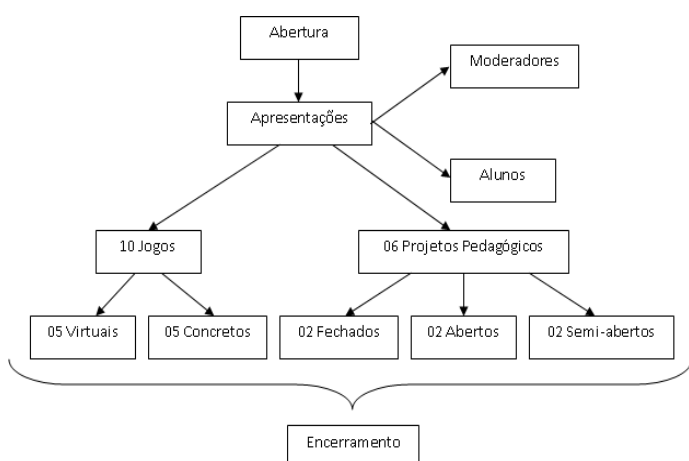


Figura 1. Concepção do SE Hércules e Jiló no Mundo da Matemática

4.2.5 Modelagem do software educativo

Os fundamentos da engenharia de software baseiam-se na definição de modelos abstratos e precisos, os quais permitem ao engenheiro especificar, projetar, implementar e manter sistemas de software, avaliando e garantido suas qualidades. A abstração do sistema de software através de modelos que o descrevem é um poderoso instrumento para o entendimento e comunicação do produto final que será desenvolvido.

Nesse sentido, o produto final do modelo aqui proposto é a modelagem do software educativo em si, que pode ser representada por um dos três métodos a seguir:

- Análise estruturada;
- Análise essencial;
- UML.

Atualmente, o método mais recomendado e mais comum é a utilização da linguagem UML, através de diagramas de casos de uso. Assim, este foi o método utilizado no procedimento aqui descrito.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho permitiu uma análise de questões fundamentais para o estabelecimento de critérios para a análise de requisitos de softwares educativos, bem como a definição de produtos que são gerados por esta fase do desenvolvimento deste tipo de software.

A consideração de conhecimentos de diversas áreas possibilitou, a partir do reconhecimento da problemática de pesquisa e do estabelecimento de objetivos, o caminho que conduz informações para a proposição do modelo referenciado neste trabalho. Mais ainda, esta caminhada representou uma tentativa de mapeamento do percurso e criação de um modelo suficientemente complexo e completo, para servir de apoio aos desenvolvedores de softwares educativos. Mas como extrair um modelo perfeitamente adaptável a outras realidades? Como alcançar este objetivo senão por meio de uma experiência própria? É possível, de fato, estabelecer um modelo para servir de guia para outras pessoas, que enxergam de forma diferente com juízos

próprios? Todos esses questionamentos sinalizam no sentido da elaboração de uma questão maior: é possível propor uma metodologia de análise de requisitos para softwares educativos que seja válida para diferentes contextos, diferentes públicos e diferentes conteúdos? A ausência de metodologias efetivas e consolidadas neste âmbito, que fez com que nos apropriássemos de teorizações próximas, pode ser a indicação da impossibilidade ou da inadequação de se consolidar tal intenção?

A experiência vivenciada como integrante da equipe de concepção e desenvolvimento do Hércules e Jiló no Mundo da Matemática, permitiu-nos observar as peculiaridades inerentes à construção de um material didático informatizado e inovador. O estabelecimento dos parâmetros fixou-se em características específicas e únicas do projeto de criação do software em questão, sugerindo, em certa medida, a particularização na definição de critérios e soluções, e a particularização, quem sabe, no encaminhamento de levantamento de requisitos de tal natureza.

Estabelecidas as ressalvas, a metodologia de análise de requisitos em softwares educativos deve contemplar os seguintes pilares básicos:

- Público-Alvo: conhecer a clientela para qual o SE se destina é considerado como chave para o sucesso do mesmo, uma vez que entender o perfil dessa clientela, quais são os objetivos a que se destina e qual o tipo de aprendizagem, facilitará na definição da forma com que esse software poderá atingir a construção da aprendizagem.
- Contexto: as características que envolve o ambiente na qual o SE será inserido formam exatamente o contexto do referido software e entendê-lo é base para o desenvolvimento de atividades mais apropriadas.
- Conteúdo: um software para ser educativo deve ser concebido para facilitar um processo de ensino e aprendizagem e todo processo educativo tem como questão sine qua non tratar de um conteúdo.
- Avaliação: Um pilar importantíssimo para que a análise de requisitos seja fidedigna ao software educativo idealizado é a avaliação constante dos processos, pois aumenta a garantia de qualidade.
- Equipe Multidisciplinar: por envolver fenômenos extremamente complexos, o processo de desenvolvimento de um software educativo deve ser realizado por uma equipe com competências diversas.

Com o objetivo de materializar a aplicação do modelo proposto, chegou-se à conclusão de que a definição de produtos concretos resultantes desta fase de desenvolvimento de um software educativo é extremamente importante para a continuidade de seu uso nos mais variados contextos. Sendo assim, os produtos esperados ao final desta etapa da construção de um SE são:

- Planejamento: o planejamento é o lado racional da ação, pois é uma ferramenta administrativa que possibilita perceber a realidade, avaliar os caminhos, construir um referencial futuro, estruturando o trâmite adequado e

reavaliando todo o processo a que o planejamento se destina.

- Pesquisa de customização: é um procedimento que garante a compreensão das situações que cercam o ambiente em que o software educativo será inserido.
- Capacitação da Equipe: esta fase é para que todos os membros da equipe tenham conhecimentos nivelados sobre: público-alvo, contexto e conteúdo.
- Delimitação da EnvergaPúblico-Alvo: conhecer a clientela para qual o SE se destina é considerado como chave para o sucesso do mesmo, uma vez que entender o perfil dessa clientela, quais são os objetivos a que se destina e qual o tipo de aprendizagem, facilitará na definição da forma com que esse software poderá atingir a construção da aprendizagem.
- Contexto: as características que envolve o ambiente na qual o SE será inserido formam exatamente o contexto do referido software e entendê-lo é base para o desenvolvimento de atividades mais apropriadas.
- Conteúdo: um software para ser educativo deve ser concebido para facilitar um processo de ensino e aprendizagem e todo processo educativo tem como questão sine qua non tratar de um conteúdo.
- Avaliação: Um pilar importantíssimo para que a análise de requisitos seja fidedigna ao software educativo idealizado é a avaliação constante dos processos, pois aumenta a garantia de qualidade.
- Equipe Multidisciplinar: por envolver fenômenos extremamente complexos, o processo de desenvolvimento de um software educativo deve ser realizado por uma equipe com competências diversas.

Com o objetivo de materializar a aplicação do modelo proposto, chegou-se à conclusão de que a definição de produtos concretos resultantes desta fase de desenvolvimento de um software educativo é extremamente importante para a continuidade de seu uso nos mais variados contextos. Sendo assim, os produtos esperados ao final desta etapa da construção de um SE são:

- Planejamento: o planejamento é o lado racional da ação, pois é uma ferramenta administrativa que possibilita perceber a realidade, avaliar os caminhos, construir um referencial futuro, estruturando o trâmite adequado e reavaliando todo o processo a que o planejamento se destina.
- Pesquisa: é um procedimento que garante a compreensão das situações que cercam o ambiente em que o software educativo será inserido.
- Capacitação da Equipe: esta fase é para que todos os membros da equipe tenham conhecimentos nivelados sobre: público-alvo, contexto e conteúdo.
- Delimitação da Envergadura do Software: nesta etapa se define até onde o software pode chegar em termos práticos; são levadas em considerações as limitações físicas, temporais e econômicas.
- Modelagem do Software Educativo: significa uma abstração do sistema de software através de modelos que o descrevem, esta etapa é um poderoso instrumento para o

entendimento e comunicação do produto final que será desenvolvido.

O desenvolvimento desse trabalho levou em consideração conhecimentos teóricos e práticos que possibilitaram a formulação de proposta de metodologia estabelecida a partir da realização, de fato, de um processo de análise de requisitos em um software educativo. Este formato se mostra coerente com as teorias que serviram de base para seu estabelecimento e com o atual contexto da sociedade da informação e suas implicações em ambientes escolares.

Pretende-se, portanto, que este trabalho sirva de contribuição para reflexões que possam tirar proveito dos conhecimentos e dos autores aqui referenciados e que, nem sempre, se mostram dentro das concepções como as aqui propostas. E, por fim, que o mesmo possa criar lacunas e suscitar questionamentos que induzam a incursões no sentido de se chegar a um maior entendimento sobre novas formas de utilização das tecnologias digitais a serviço da educação. Em conclusão, um outro olhar para o processo de construção de softwares educativos pode permitir importantes alternativas para o entendimento do funcionamento da situação educativa mediada por tecnologias vivenciada em sala de aula, tendo conseqüência materiais didáticos de fato inovadores.

REFERENCIAS

- [1] Summerville, I. Engenharia de Software. Editora Person Education, 6ª Edição, 2003.
- [2] Lessard, C.; TARDIF, M. O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Trad. João Batista Kreuch. Editora Vozes, Petrópolis/RJ, 2005.
- [3] Rodrigues, A. C. A Escola e a Sociedade da Informação - Que pedagogias para o Século XXI? Disponível em: <http://www.vecam.org/article.php3?id_article=644&nome=edm>, último acesso em: 21/04/2006.
- [4] Schaff, A. A Sociedade Informática. São Paulo: Unesp, 1995.
- [5] Pais, L. C. Educação Escolar e as Tecnologias da Informática. Editora Autêntica. Belo Horizonte/MG, 2005.
- [6] Lacerda Santos, G. Ciência, tecnologia e formação de professores para o ensino fundamental. Editora Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2005.
- [7] Costa, D. O Computador e o Mundo de hoje. Disponível em: <http://www.prof2000.pt/prof2000/agora3/agora3_5.html>, último acesso em: 21/04/2006
- [8] Masetto, M. T. Mediação Pedagógica e o Uso da Tecnologia in Novas tecnologias e mediações pedagógicas. Campinas/SP. Papirus, 2000.
- [9] Kenski, V. M. Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância. Campinas/SP. Papirus, 2003.
- [10] Lacerda Santos, G. Proposta de uma estratégia holística para a engenharia de softwares educativos. IV RIBIE:

- Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa, Brasília/DF, 1998.
- [11] Benitti, F. B. V, Seara, E. F. R, Schlindwein, L. M. Processo de Desenvolvimento de Software Educacional: proposta e experimentação. *Novas Tecnologias na Educação*, V. 3 n. 1, Maio/2005.
- [12] Oliveira, C. C.; Costa; J. W.; Moreira, M. Ambientes informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de software educativo. Campinas/SP, Editora Papirus, 2001.
- [13] Gomes, A. S., Wanderley, E. G. Elicitando requisitos em projetos de software educativo. WIE'2003, Campinas/SP.
- [14] Driscoll, M. *Web-Based Training: Creating e-Learning Experiences*. São Francisco:John Wiley & Sons, Inc, 2002.
- [15] Yin, R. K. *Case study research: design and methods*. Tradução e síntese de R. L. Pinto. Disponível em http://www.fea.usp.br/metodologia/estudo_caso.asp/, último acesso em: 21/04/2006. Boulic, R. and Renault, O. (1991) "3D Hierarchies for Animation", In: *New Trends in Animation and Visualization*, Edited by Nadia Magnenat-Thalmann and Daniel Thalmann, John Wiley & Sons Ltd., England.
- [16] Hoppen, S.R.; Lapointe, L.; Moreau, E. Um guia para avaliação de artigos de pesquisa em sistemas de informação. Disponível em : <http://www.read.adm.ufrgs.br/read03/>, último acesso em: 22/06/2006.
- [17] Lacombe, F.J.M.; Heilborn, G.L.J. *Administração: princípios e tendências*. 1.ed. Editora Saraiva, São Paulo/SP, 2003.