

# NUMRAC – Um Objeto de Aprendizagem como Apoio ao Ensino de Matemática

Ellen Francine Barbosa, Renata Cristina Geromel Meneghetti, Leandro Ponte

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC/USP  
Caixa Postal 668 – 13.560-970 – São Carlos – SP – Brasil

{francine,rcgm}@icmc.usp.br, xico.ponte@gmail.com

**Resumo.** *O mundo contemporâneo exige, cada vez mais, novas formas de pensar, ensinar e aprender. Inovações pedagógicas, aliadas à incorporação de recursos tecnológicos e computacionais, são fundamentais no estabelecimento de produtos educacionais efetivos, capazes de despertar o interesse dos aprendizes pelos tópicos em estudo. Nessa perspectiva, este trabalho tem como principal objetivo explorar, de forma conjunta, aspectos pedagógicos e de modelagem de conteúdos na estruturação e desenvolvimento de um objeto de aprendizagem no domínio de matemática, mais especificamente no ensino de números racionais. Uma avaliação preliminar do objeto desenvolvido também é apresentada.*

**Palavras-chave:** *Objeto de aprendizagem, ensino de matemática, abordagem pedagógica, modelagem de conteúdos educacionais.*

## 1. Introdução

Temas relacionados ao ensino e aprendizagem têm sido discutidos e investigados pela comunidade científica, em diversas áreas de atuação. De modo geral, a definição de mecanismos adequados à estruturação, elaboração e disponibilização de produtos educacionais, incluindo recursos para avaliação e acompanhamento do aprendiz e apoio à condução de atividades práticas, têm sido explorados a fim de fornecer subsídios ao estabelecimento de processos efetivos quanto às metas de aprendizagem especificadas. Por outro lado, ênfase deve ser dada não somente à qualidade do produto educacional final, mas também à abordagem pedagógica adotada. De fato, a forma como o conteúdo é abordado exerce forte influência na efetividade do processo de ensino e aprendizagem.

Objetos de aprendizagem (*learning objects*) inserem-se nessa perspectiva. Segundo o IEEE LSTC (*Learning Technology Standards Committee*) [IEEE Learning Technology Standards Committee 2002], um objeto de aprendizagem corresponde à qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser usada, reutilizada ou referenciada pelas tecnologias que apóiem a aprendizagem. Exemplos de objetos de aprendizagem incluem conteúdos multimídia, objetivos de aprendizado, ferramentas de software específicas ao domínio de conhecimento e, ainda, pessoas e organizações ou outras entidades que se utilizem das tecnologias de informação e comunicação durante o processo educacional.

Baseado na definição do IEEE LSTC, Wiley [Wiley 2001] propõe uma definição pouco menos abrangente na qual um objeto de aprendizagem consiste em qualquer recurso digital que possa ser reutilizado como apoio ao ensino. Independentemente da definição utilizada, a idéia central associada a objetos de aprendizagem é permitir que o

conteúdo educacional seja “quebrado em pequenos pedaços”, os quais possam ser reutilizados em diferentes contextos e cenários. Assim, como características associadas destacam-se a reusabilidade, a interoperabilidade, a acessibilidade e extensibilidade dos objetos desenvolvidos [Wiley 2001].

Considerando o processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem, vários aspectos devem ser investigados. A modelagem dos conteúdos associados, por exemplo, é essencial para a estruturação do conhecimento, apoiando a identificação e a definição de conceitos e informações pertinentes, e possibilitando, em última análise, que os mesmos sejam disponibilizados de modo coerente e ordenado, com base em teorias e princípios pedagógicos previamente definidos.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo explorar, de forma conjunta, aspectos pedagógicos e de modelagem na estruturação e desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Materiais didáticos, originalmente desenvolvidos na forma de apostilas e tendo como base a abordagem pedagógica proposta por Meneghetti & Nunes [Meneghetti and Nunes 2006], vêm sendo são reestruturados na forma de um objeto de aprendizagem para o ensino de números racionais – NUMRAC. Utiliza-se, para isso, princípios de modelagem estabelecidos na abordagem *AIM-CTD* (Abordagem Integrada de Modelagem Conceitual, Instrucional, Didático) [Barbosa and Maldonado 2006] – uma abordagem integrada para modelagem de conteúdos educacionais, composta por um conjunto de modelos, cada um deles representando um aspecto específico do desenvolvimento de produtos educacionais. Espera-se, com isso, explorar a potencialidade do uso de recursos computacionais junto a novas abordagens pedagógicas na construção de objetos de aprendizagem. A idéia é que tais objetos estimulem o raciocínio e o pensamento crítico dos alunos, atuando como instrumentos enriquecedores de ensino e aprendizagem em disciplinas de educação básica.

Este artigo está organizado como se segue. Na Seção 2 são discutidos os principais aspectos da abordagem pedagógica proposta por Meneghetti & Nunes para o ensino de matemática. Na Seção 3 é apresentada uma visão geral da abordagem de modelagem *AIM-CTD*. Na Seção 4 é ilustrado o objeto de aprendizado NUMRAC. Aspectos de validação também foram preliminarmente levantados, sendo brevemente discutidos na Seção 5. Finalmente, conclusões e trabalhos futuros são discutidos na Seção 6.

## **2. Abordagem Pedagógica para o Ensino de Matemática**

Os materiais utilizados no desenvolvimento do objeto NUMRAC foram elaborados em conformidade com a abordagem pedagógica definida por Meneghetti & Nunes [Meneghetti and Nunes 2006]. Tais materiais foram desenvolvidos por meio de atividades experimentais ou em forma de jogos, visando proporcionar a construção dos conceitos envolvidos pelos próprios aprendizes, ou seja, dentro de uma concepção construtivista de conhecimento. Além disso, procurou-se estruturar as atividades considerando-se equilibradamente ambos os aspectos intuitivo e lógico, em níveis cada vez mais elaborados, num processo gradual e dinâmico, e em forma de espiral [Meneghetti 2001]

O passo inicial na elaboração dos materiais consistiu no levantamento dos temas que apresentavam maiores dificuldades no ensino de matemática. Participaram deste levantamento professores de matemática do ensino fundamental e médio, e professores e alunos de cursos de licenciatura em matemática. Números racionais foi um dos temas es-

colhidos. Seguindo uma abordagem em espiral, os temas escolhidos foram desenvolvidos segundo três níveis [Meneghetti and Nunes 2006]: (1) elaboração; (2) consolidação; e (3) expansão de conceitos. Observa-se que o primeiro nível é essencial enquanto os demais são elaborações cada vez mais aprofundadas sobre o tema.

No caso dos números racionais, o primeiro nível tem por objetivo o desenvolvimento de atividades voltadas à introdução do conceito de frações e operações com frações. Assim, foi construído um conjunto de kits pedagógicos, abordando a idéia intuitiva de fração, conceitos de equivalência entre frações e as operações fundamentais entre frações (adição, subtração, multiplicação e divisão).

Os kits são compostos por atividades nas quais os aprendizes têm o apoio de materiais manipuláveis. A título de ilustração, considere a atividade que aborda a soma entre frações de denominadores diferentes (Figura 1). Este kit consiste em: (1) fichas de cartolina, representando diferentes frações de um inteiro; (2) transparências, representando o inteiro dividido em diferentes quantidades iguais; e (3) um estojo vazado, representando um inteiro, servindo de encaixe para as fichas e sobre o qual se sobrepõem as transparências. Os aprendizes realizam a soma de duas frações pareando as fichas que representam essa soma e encaixando-as dentro do estojo. Em seguida, procuram os resultados sobrepondo as transparências à figura composta, registrando-os em seus cadernos.

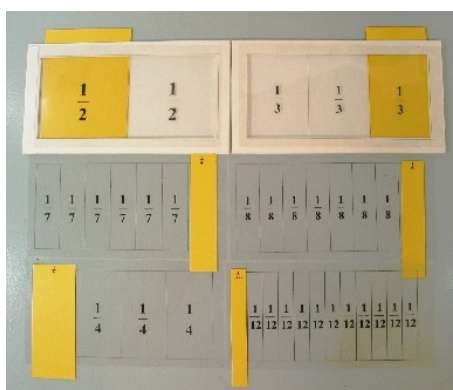


Figura 1. Estojo de Frações

O segundo nível tem por objetivo consolidar os conceitos abordados na fase anterior. Um conjunto de jogos pedagógicos, com regras e dinâmicas familiares aos aprendizes, foi proposto: jogo da memória, jogo do mico, jogo de bingo, dominó, baralho, entre outros. Por fim, o terceiro nível visa a expandir o conhecimento de frações e relacionar suas diversas formas de apresentação. Três kits pedagógicos foram desenvolvidos neste nível: dominó, bingo das retas fracionárias e trilha das pedras. Entre os aspectos explorados destacam-se a associação da representação fracionária com sua respectiva forma decimal ou percentual, a localização das frações na reta numérica, correlacionado-as com sua forma decimal, e a realização de operações de adição, subtração, multiplicação, divisão e radiciação de frações.

Com intuito de manter, em cada um dos níveis, o equilíbrio entre os aspectos intuitivo e lógico do conhecimento, após a aplicação de cada kit ou conjunto de kits sugere-se que os aprendizes trabalhem com fichas de atividades nas quais o conteúdo seja abordado de maneira mais formal. A intenção é que, a cada etapa (ou parte da etapa) trabalhada, seja feito um fechamento e uma sistematização das atividades.

A aplicação dos kits sobre números racionais foi realizada com alunos de 5ª série, ciclo II do ensino fundamental, de uma escola pública. Entre os pontos observados destaca-se que na sala de aula foi estabelecido um clima favorável ao surgimento de ricas situações de ensino e aprendizagem, propiciado sobretudo devido à adoção por parte do professor-aplicador de uma postura na linha construtivista – sempre questionando os alunos, levando-os a refletir sobre seus próprios raciocínios, expondo e discutindo suas idéias com o grupo, incentivando-os a construir por si próprios os conceitos envolvidos.

Quanto à aprendizagem dos alunos, também percebeu-se progresso. No diagnóstico inicial, observou-se que os alunos apresentavam muitas dificuldades, tanto conceituais quanto referentes a notações. Ao longo do tempo, com a utilização dos kits, os alunos passaram a efetuar adições, multiplicações e simplificações de frações, atitudes dificilmente encontradas no diagnóstico inicial. Por fim, o professor-aplicador relatou como positivo o fato de que a estruturação do material oferece aos alunos oportunidades diferentes para trabalharem os conceitos envolvidos – um mesmo conceito pode ser retomado em diversos níveis e sob novas abordagens.

A partir dos resultados observados, Meneghetti & Nunes [Meneghetti and Nunes 2006] concluíram que a abordagem pedagógica para estruturação do material, aliada a uma postura em consonância com seu acompanhamento teórico, mostrou-se eficiente, do ponto de vista didático-pedagógico, por favorecer aos alunos a construção dos conceitos matemáticos envolvidos. Estes resultados motivaram a que se investigasse o desenvolvimento dos kits pedagógicos também na forma de um objeto de aprendizagem, utilizando recursos tecnológicos e computacionais como infra-estrutura de apoio ao processo educacional. Tais aspectos são discutidos a seguir.

### **3. Abordagem Integrada para Modelagem de Conteúdos Educacionais**

Como apoio à modelagem dos conteúdos do objeto NUMRAC foi utilizada a abordagem *AIM-CID* (Abordagem Integrada de Modelagem – Conceitual, Instrucional e Didática) [Barbosa and Maldonado 2006]. A abordagem visa a reunir, em uma única proposta, diferentes perspectivas de modelagem, caracterizando assim um conjunto de modelos genéricos para a representação de conteúdos educacionais.

O modelo conceitual consiste em uma descrição em alto nível do domínio que se deseja ensinar. Sua construção envolve a definição dos conceitos relevantes para a compreensão do domínio, a especificação de como tais conceitos se relacionam e o estabelecimento de uma estrutura para sua representação. Para a construção do modelo conceitual, foi utilizada a técnica de mapas conceituais [Novak 1981]. Tal técnica foi selecionada por possibilitar uma representação gráfica adequada do domínio de conhecimento e, além disso, por se tratar de uma ferramenta intuitiva mesmo para usuários não familiarizados.

O modelo instrucional é responsável pela definição de informações adicionais relativas aos conceitos previamente identificados. Nessa etapa são definidos e modelados itens de informação e elementos instrucionais. Por itens de informação compreendem-se, além dos conceitos já identificados, todas as demais informações significativas ao domínio de conhecimento as quais também devem ser representadas e incorporadas ao conteúdo educacional [Barbosa and Maldonado 2006]. Várias teorias e técnicas podem ser utilizadas a fim de apoiar o refinamento do modelo conceitual. No caso da abordagem *AIM-CID* foi considerada a teoria proposta por Merrill [Merrill 1983], sendo especifi-

cados os seguintes itens de informação: conceitos (já representados no modelo conceitual), fatos, procedimentos e princípios. Os elementos instrucionais, por sua vez, são informações adicionais que complementam os conceitos e demais itens de informação já definidos. Tais elementos são representados a fim de melhor compreender e assimilar o domínio de conhecimento em questão. Como elementos instrucionais tem-se: exemplos, exercícios, dicas, sugestões de estudo, ferramentas, simulações, entre outros [Barbosa and Maldonado 2006]. Por fim, também são caracterizadas as mídias que representam os itens de informação e elementos instrucionais.

O modelo instrucional definido na abordagem *ALM-CID* utiliza como base o HMBS (*Hyperdocument Model Based on Statecharts*) [Turine et al. 1997] – modelo para a especificação da estrutura semântica de hiperdocumentos, baseado na técnica de *Statecharts* – como modelo de especificação formal subjacente. Nesse caso, o HMBS original foi desvinculado da representação de transições, eventos e mecanismos de história, e estendido para a representação de diferentes categorias das conhecimento (itens de informação e elementos instrucionais).

O modelo didático é responsável por associar os elementos anteriormente modelados, estabelecendo uma seqüência de apresentação entre eles. A partir de um mesmo modelo instrucional é possível derivar diferentes modelos didáticos, ou seja, modelos didáticos correspondem a diferentes visões de um modelo instrucional. Desse modo, diferentes maneiras de utilização e disponibilização de conteúdo educacional, estabelecidas segundo objetivos do curso, estratégia pedagógica e perfil de cada aprendiz podem ser representadas por meio de modelos didáticos distintos [Barbosa and Maldonado 2006].

A construção do modelo didático também utiliza como base o HMBS, incorporando a ele o conceito de “especificação aberta”. A idéia de especificação aberta refere-se à possibilidade de representar as seqüências de apresentação entre conceitos e informações pertinentes de maneira flexível e personalizada. Dependendo de fatores tais como duração do curso, objetivos de aprendizado e público-alvo, maneiras diferenciadas de apresentação e navegação pelo mesmo conteúdo são exigidas. Uma especificação aberta permite que todas as possíveis seqüências de apresentação do conteúdo sejam representadas no mesmo modelo didático. Nesse sentido, a partir de um único modelo, diversas implementações do mesmo conteúdo podem ser geradas em função dos fatores mencionados acima. O extremo oposto, ou seja, a navegação na qual todas as seqüências de apresentação são previamente estabelecidas, corresponde à “especificação fechada”.

#### **4. Aspectos de Modelagem e Desenvolvimento do Objeto NUMRAC**

Nesta seção é apresentado o objeto NUMRAC – um objeto de aprendizagem para o ensino de números racionais. A idéia é, através do uso de cartas (que representam as frações) e um estojo (que representa o valor inteiro), ensinar conceitos e operações fundamentais sobre frações. O objeto foi desenvolvido com base na abordagem pedagógica proposta por Meneghetti & Nunes [Meneghetti and Nunes 2006] utilizando-se, ainda, a abordagem *ALM-CID* como apoio à modelagem dos conteúdos. É importante observar que ambas as abordagens tratam aspectos de estruturação dos conceitos e informações relacionadas em níveis complementares. Enquanto a abordagem de Meneghetti & Nunes estabelece um modelo pedagógico a ser seguido, a abordagem *ALM-CID* fornece apoio à concretização do mesmo através da construção de um conjunto de modelos integrados, abordando perspectivas conceituais, instrucionais e didáticas.

O objeto NUMRAC refere-se ao primeiro nível da abordagem pedagógica, explorando aspectos de elaboração de conceitos. O objeto é formado por quatro blocos menores, os quais correspondem aos kits pedagógicos discutidos anteriormente: (1) Representação do Inteiro em Partes; (2) Comparação de Frações; (3) Equivalência de Frações; e (4) Operações Fundamentais, as quais referem-se à adição e subtração (denominadores iguais e diferentes), multiplicação e divisão de frações.

Os principais conceitos explorados no objeto NUMRAC estão representados no modelo conceitual da Figura 2, construído a partir da aplicação da abordagem *AZM-CID*. O modelo conceitual está fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel [Ausubel et al. 1978], que estabelece dois princípios a partir dos quais a aprendizagem ocorre. No princípio da diferenciação progressiva, um conceito genérico é progressivamente diferenciado em termos de detalhe e especificidade. Na reconciliação integrativa, conceitos previamente estudados são percebidos como elementos de um conceito mais amplo, mais inclusivo, sendo então integrados por um conceito mais genérico. Tais princípios estabelecem uma estrutura conceitual hierárquica, a qual pode ser empregada como base para a definição e organização das informações relevantes do domínio de conhecimento. Por exemplo, os conceitos de Adição com Denominadores Iguais e Adição com Denominadores Diferentes são “especializados” a partir do conceito Adição. Além disso, o conceito de Adição com Denominadores Diferentes pode ser explorado a partir da integração de dois outros conceitos, a saber: Adição com Denominadores Iguais e Equivalência. Observa-se que tais aspectos estão em conformidade com a estratégia pedagógica sugerida por Meneghetti & Nunes, tendo sido representados hierarquicamente no modelo conceitual.

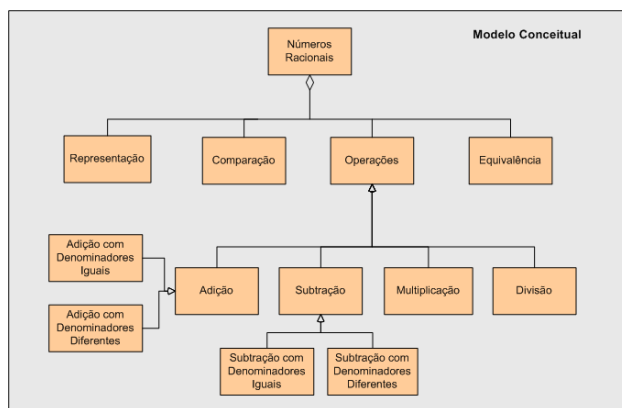


Figura 2. Números Racionais: Modelo Conceitual

O próximo modelo a ser construído é o modelo instrucional, responsável pela representação de informações adicionais aos conceitos, ou seja, itens de informação e elementos instrucionais. Na Figura 3 é ilustrado o modelo instrucional referente ao objeto NUMRAC. Como itens de informação optou-se pelo uso de fatos, ou seja, partes de informação logicamente associadas aos conceitos [Merrill 1983]. Em relação aos materiais desenvolvidos por Meneghetti & Nunes, após cada conceito introduzido ao aprendiz, “conclusões” sobre o mesmo são fornecidas. Tais conclusões correspondem aos fatos representados no modelo instrucional. Como elementos instrucionais foram utilizados exercícios, que correspondem às fichas apresentadas ao final de cada kit

como apoio à sistematização da atividade realizada (“fechamento”). Os conceitos (já modelados na etapa conceitual) também foram representados no modelo instrucional. Tendo em vista que o modelo instrucional é baseado na técnica de *Statecharts*, aspectos de decomposição hierárquica também são representados, preservando-se com isso a estruturação hierárquica estabelecida anteriormente.

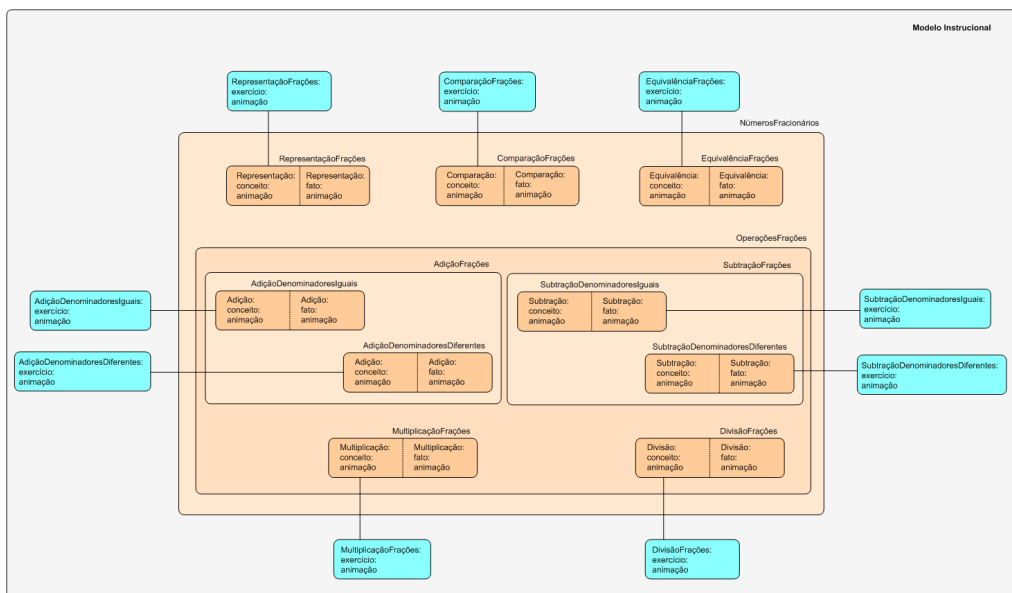


Figura 3. Números Racionais: Modelo Instrucional

O último passo na aplicação da abordagem *ALM-CID* é a construção do modelo didático, responsável pela representação da seqüência de navegação (relações de precedência) entre os elementos modelados. É importante ressaltar que nenhuma abordagem pedagógica específica foi enfatizada ou considerada na proposição do modelo didático da *ALM-CID* [Barbosa and Maldonado 2006]. De fato, a idéia é que o modelo disponha dos recursos necessários para representar as seqüências de apresentação estabelecidas, sendo sua aplicação conduzida de modo independente da estratégia adotada. Nesse sentido, os aspectos pedagógicos devem ser estabelecidos pelo próprio professor/instrutor e transpostos para o modelo didático por meio das seqüências de apresentação especificadas.

No caso do objeto NUMRAC, as relações de precedência entre os elementos foram estabelecidas com base na abordagem pedagógica de Meneghetti & Nunes. A fim de garantir a aderência dos aspectos de navegação à abordagem, optou-se pela especificação fechada dos elementos modelados. Assim, deve-se iniciar a exploração do objeto de aprendizagem a partir do kit de Representação de Frações, seguido pelos kits Comparação, Equivalência e Operações, nesta ordem. Observa-se, ainda, que cada kit é associado a um exercício, correspondendo à sistematização da atividade proposta na abordagem pedagógica. O Modelo Didático referente ao objeto NUMRAC é ilustrado na Figura 4.

O desenvolvimento do objeto NUMRAC foi realizado em *Flash CS3*, levando-se em consideração os modelos construídos na etapa de modelagem. A escolha de *Flash CS3* deve-se ao fato da ferramenta dispor de um bom suporte ao desenvolvimento de objetos de aprendizagem, possibilitando aos mesmos um alto grau de interatividade com o usuário. A título de ilustração, na Figura 5 são apresentadas algumas telas do objeto NUMRAC referentes ao kit Comparação de Frações. O funcionamento dá-se da seguinte

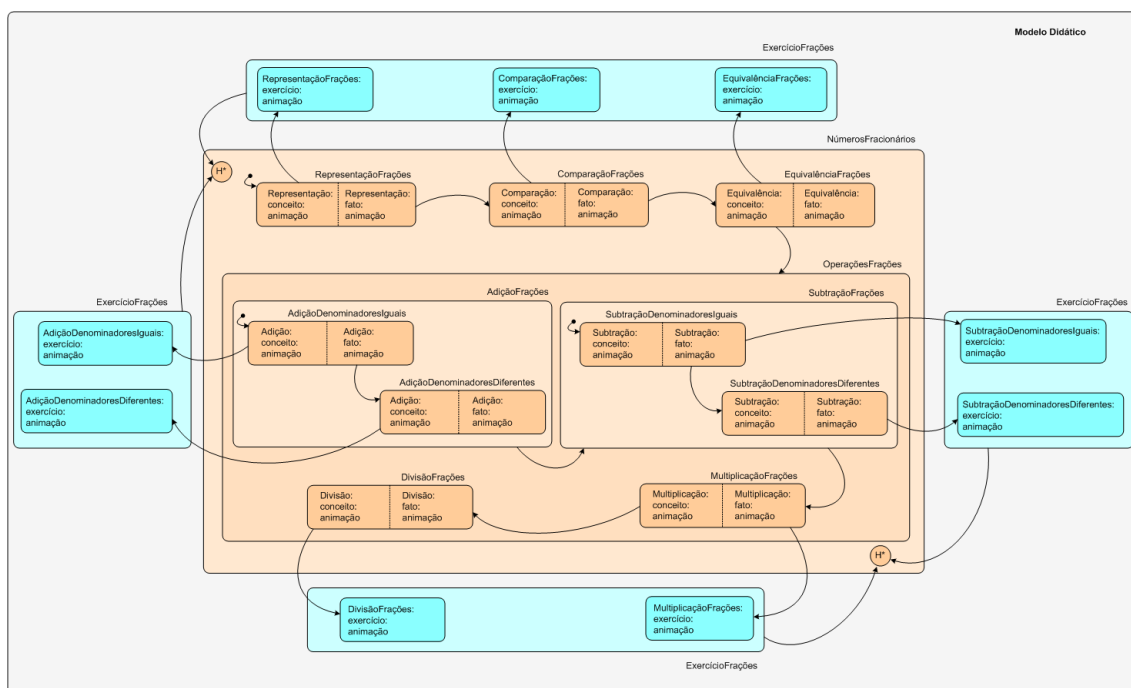


Figura 4. Números Racionais: Modelo Didático

forma: o aprendiz deve selecionar a carta que representa a maior fração dentre as dispostas –  $1/2$  (meio) e  $1/3$  (um terço). As cartas podem ser movimentadas livremente pelo aprendiz, que pode sobrepô-las na tentativa de identificar qual é a maior. No caso de uma seleção errada, sugere-se ao aprendiz refazer a atividade. No caso de acerto, a tela de “conclusões” sobre a atividade é apresentada. Em seguida, o aprendiz depara-se com a tela de “fechamento”, onde é realizada a sistematização da atividade. O objetivo é fazer o reconhecimento de frações maiores e menores sem ajuda das cartas, ou seja, de forma menos intuitiva. No caso de erro, o aprendiz deve refazer a atividade. No caso de acerto, inicia-se o próximo kit do objeto de aprendizagem, estabelecido pela seqüência de navegação (no caso, Equivalência de Frações).

## 5. Aspectos de Validação do Objeto NUMRAC

A fim de conduzir uma avaliação preliminar do objeto de aprendizagem NUMRAC, um questionário abordando aspectos teóricos e práticos de sua utilização foi elaborado e aplicado junto aos alunos do curso de licenciatura em matemática. Entre os pontos positivos identificados destacam-se: (1) a interatividade proporcionada ao aprendiz, aliada ao uso de cores, sons e animações; (2) o uso do computador, em complemento à lousa, atuando como um elemento motivador aos aprendizes; e (3) a forma como o objeto (e o conteúdo) foi estruturado, possibilitando um processo de aprendizagem gradual e dinâmico, fazendo com que o aprendiz sinta-se “livre” para fazer e desfazer suas seleções e seja capaz de analisar cada passo realizado. Este último ponto, em especial, fornece indicativos de que os princípios que fundamentam a abordagem pedagógica adotada foram preservados e evidenciados no objeto de aprendizagem (isto é, na versão “computacional” dos materiais didáticos elaborados originalmente na forma de apostilas).

Como ponto negativo, foi observada a necessidade de um acompanhamento teórico, por parte do professor/instrutor, na aplicação do objeto. De fato, é importante



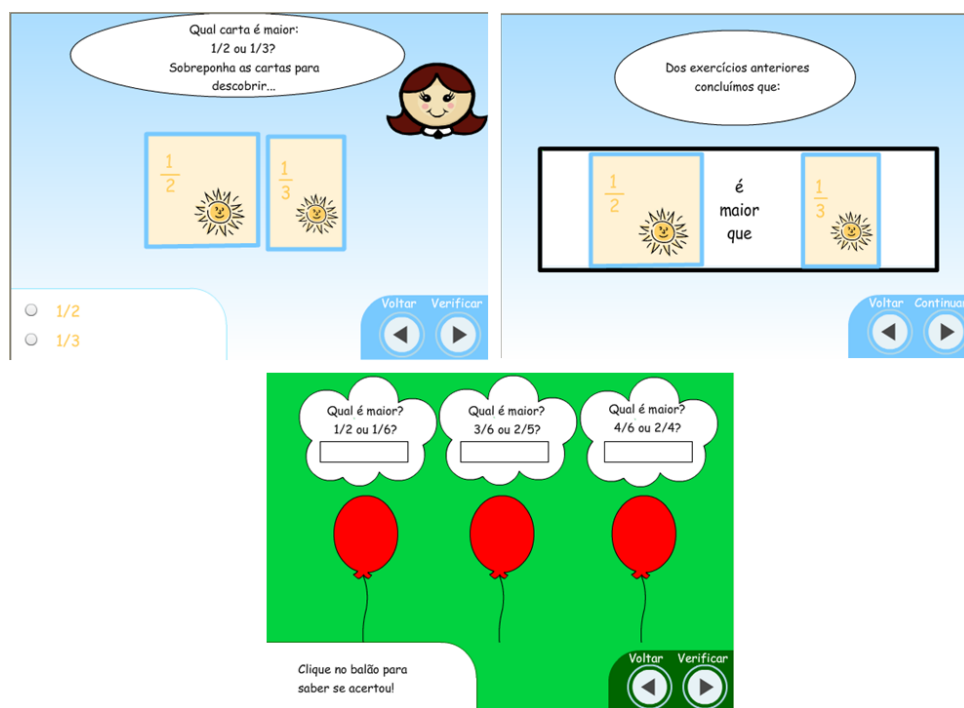


Figura 5. NUMRAC: Comparação de Frações

salientar que não se pretende adotar o objeto NUMRAC como mecanismo de aprendizagem único e isolado. Pelo contrário, sua aplicação deve ser conduzida de maneira complementar na exploração e sistematização de conceitos. Ainda assim, a inclusão de textos didáticos auto-explicativos deverá ser considerada na evolução do objeto, de modo a torná-lo mais intuitivo. Além disso, foi questionado se os aprendizes poderiam chegar às respostas corretas por meio de tentativa e erro, ou seja, o aprendiz poderia tentar todas as respostas caso não soubesse realizar a atividade, até que restasse a resposta correta apenas. Para eliminar essa possibilidade, cada vez que uma atividade precisar ser refeita pelo aprendiz, exercícios diferentes dos anteriores deverão ser considerados. Este aspecto também será explorado na evolução do objeto.

Ainda, aspectos adicionais também foram sugeridos como melhorias ao objeto. Entre eles, destacam-se a inclusão de níveis de dificuldade e métodos de pontuação, e a utilização do objeto de forma distribuída (em rede, possibilitando interação entre vários aprendizes e entre professor e aprendiz). A viabilidade das idéias sugeridas deverá ser investigada em continuidade à pesquisa.

## 6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste trabalho foram explorados, de forma conjunta, aspectos pedagógicos e de modelagem na estruturação e desenvolvimento de objetos de aprendizagem. Em especial, foi discutido o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem para o ensino de números racionais, considerando-se: (1) uma abordagem pedagógica, apoiada no equilíbrio entre os aspectos intuitivo e lógico, para o ensino de matemática [Meneghetti and Nunes 2006]; e (2) uma abordagem integrada para modelagem de conteúdos educacionais, apoiada no estabelecimento e representação de perspectivas conceituais, instrucionais e didáticas [Barbosa and Maldonado 2006].

De modo geral, os aspectos observados no desenvolvimento e validação (preliminar) do objeto NUMRAC evidenciaram a viabilidade do uso de mecanismos de modelagem junto a novas abordagens pedagógicas na construção de objetos de aprendizagem de qualidade. Ressalta-se, entretanto, a necessidade de aplicar e validar o objeto desenvolvido em cenários reais de ensino e aprendizagem. Para isso, um experimento sistemático e controlado envolvendo alunos de ensino fundamental da rede pública vem sendo planejado e deverá ser conduzido no próximo período.

Ainda como trabalhos futuros, pretende-se dar continuidade ao desenvolvimento do objeto através da implementação dos níveis de consolidação e expansão de conceitos, propostos na abordagem pedagógica de Meneghetti & Nunes. Trabalhos nessa direção já vêm sendo conduzidos. As melhorias identificadas durante a validação preliminar do objeto, discutidas na Seção 5, também deverão ser consideradas em sua evolução. Por fim, em longo prazo, pretende-se investigar de que forma a idéia de especificação aberta (modelagem didática) pode ser explorada em conjunto com abordagens pedagógicas na construção de objetos de aprendizagem para educação híbrida e a distância.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESP, CNPq, CAPES e Projeto Ensinar com Pesquisa/USP.

### **Referências**

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., and Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: a Cognitive View*. Hold, Rinehart & Winston, New York, 2nd edition.
- Barbosa, E. F. and Maldonado, J. C. (2006). An integrated content modeling approach for educational modules. In *IFIP 19th World Computer Congress – International Conference on Education for the 21st Century*, pages 17–26, Santiago, Chile.
- IEEE Learning Technology Standards Committee (2002). Learning Object Metadata (LOM).
- Meneghetti, R. C. G. (2001). *O Intuitivo e o Lógico no Conhecimento Matemático: Uma análise a luz da história e da filosofia da matemática*. PhD thesis, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP., Rio Claro, SP.
- Meneghetti, R. C. G. and Nunes, A. C. A. (2006). Aplicação de uma proposta pedagógica no ensino dos números racionais. *Educação Matemática em Revista*, 13(20-21):77–86.
- Merrill, M. D. (1983). Component display theory. In *Instructional Design Theories and Models: An Overview of their Current States*, Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum.
- Novak, J. D. (1981). *Uma Teoria de Educação*. Editora Pioneira, São Paulo.
- Turine, M. A. S., Oliveira, M. C. F., and Masiero, P. C. (1997). Designing structured hypertext with HMBS. In *VIII International ACM Hypertext Conference (Hypertext 97)*, pages 241–256, Southampton, UK.
- Wiley, D. A. (2001). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In *The Instructional Use of Learning Objects*, Bloomington, IN. Agency for Instructional Technology and Association for Educational Communications and Technology. D. A. Wiley, ed. (<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>).