



Seqüência Didática com Análise Combinatória no Padrão SCORM

Didactic Sequence with Combinatory Analysis according to the SCORM Standard

Claudia Lisete Oliveira Groenwald¹

Lisiane Neto Zoch²

Agostinho Iaqchan Ryokiti Homa³

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta de *e-learning*, com o conteúdo de Análise Combinatória, desenvolvida no padrão SCORM e disponibilizada na plataforma colaborativa ILIAS. O objetivo foi investigar o processo de ensino e aprendizagem da seqüência didática, com o conteúdo de Análise Combinatória, validando as capacidades do SCORM na produção de uma seqüência didática multicaminhos, utilizando os princípios construtivistas de ensino e o uso de tecnologias de ensino eletrônico. Esta abordagem dá ênfase ao aprendizado individualizado propiciado pelo uso de multicaminhos. Apresenta, também, os resultados da implementação do *e-learning* com nove alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Luterana do Brasil.

Palavras-chave: Educação Matemática. SCORM. Análise Combinatória. Tecnologias na Educação Matemática. Ensino Eletrônico.

¹ Doutora em Ciências da Educação pela Pontifícia de Salamanca na Espanha e professora da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA/Canoas. Av. Farroupilha, n° 8001 · Bairro São José · Canoas/RS. E-mail: claudiag@ulbra.br

² Mestre em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS e professora da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA/Canoas. Av. Farroupilha, n° 8001 · Bairro São José · Canoas/RS. E-mail: lis_zoch@hotmail.com

³ Bacharel em Matemática Aplicada à Informática pela Universidade Luterana do Brasil – ULBRA/Canoas. Av. Farroupilha, n° 8001 · Bairro São José · Canoas/RS. E-mail: iaqchan.homa@zerohora.com.br

Abstract

This paper presents a proposal for e-learning with the content of Combinatory, developed according to the SCORM standard and available on the collaborative platform ILIAS. The objective was to investigate the process of learning the didactic sequence, with the content of Combinatory, validating the capabilities of SCORM in the production of a multi-path didactic sequence using the principles of constructivist teaching and the use of electronic technologies in teaching. This approach emphasizes the individualized learning facilitated by the use of multi-path. Also presented are results of an e-learning experience implemented with nine students enrolled in the Mathematics Teaching Program at the Lutheran University of Brazil.

Keywords: Mathematics Education. SCORM. Combinatory. Technologies in Teaching, Mathematics. Electronic Learning.

Introdução

Devido à facilidade de acesso à tecnologia, pela população, faz-se necessário o provimento de serviços e atividades para uso da mesma. Já existem propostas em formato eletrônico para a maioria das atividades, como comércio, divulgação, literatura, jogos, educação e outros. A internet, em forte ascensão, vem absorvendo várias das atividades existentes, inclusive, com impacto nas atividades de educação.

O aprendizado eletrônico, mais conhecido como *e-learning*, é um desses serviços que utiliza essa ferramenta acessível para utilização e desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem em qualquer nível de ensino.

Os sistemas educacionais na *web* apresentam bons resultados com alunos motivados e/ou predispostos ao uso da mesma. Contudo em situações onde faltam conceitos prévios ou de pouca motivação com grupos heterogêneos, como é o caso do Ensino Básico, as atividades eletrônicas para uso escolar, com a mesma dinâmica das aulas presenciais, com exposição do conteúdo seqüencial e de formato único, acabam não tendo o resultado desejado.

A mudança do formato único de apresentação para conteúdos direcionados ao perfil individual dos alunos, de acordo com suas características

de aprendizagem, pode ser uma solução adequada e condizente com os princípios construtivistas de ensino, mas apresenta o obstáculo da entrega do conteúdo correspondente ao perfil do aluno dentro de uma mesma apresentação.

A adaptatividade de um curso é uma alternativa para essa problemática, onde os diversos tipos de apresentação, de um mesmo conteúdo, são entregues ao aluno de acordo com o seu desempenho ou o seu perfil de aprendizagem. Denominamos de multicaminhos as diferentes possibilidades de execução da seqüência didática, onde cada etapa, pela adaptatividade do curso, possui mais de uma apresentação, permitindo ao aluno chegar ao objetivo proposto de forma individualizada.

O presente trabalho apresenta uma proposta de *e-learning* com o conteúdo de Análise Combinatória no padrão SCORM, na plataforma colaborativa ILIAS. Relata, também, a implementação da experiência realizada, com a seqüência didática desenvolvida, com nove alunos do curso de Licenciatura em Matemática, da Universidade Luterana do Brasil-ULBRA, em Canoas.

Objetivos

O objetivo geral desse trabalho foi investigar o processo de entrega de conteúdos, com o assunto de Análise Combinatória, utilizando os princípios construtivistas e colaborativo/cooperativo de ensino e o desenvolvimento de cenários de aprendizagem adaptados ao ritmo e à forma de aprendizagem de cada estudante.

Para isso, foram delineados os seguintes objetivos específicos: investigar regras de adaptação vinculadas ao desempenho do estudante pelos diferentes tipos de apresentação dos conceitos de Análise Combinatória; investigar cenários que propiciem multicaminhos, compostos por conteúdos diferenciados (hipermídias) sobre um mesmo assunto.

Fundamentos teóricos educacionais

A sociedade em que se vive é altamente complexa, requer novas formas de pensar, sendo necessário desenvolver competências no indivíduo, para

lidar com as tecnologias da informação e a crescente informatização em todas as áreas do conhecimento e das relações humanas.

Nesse contexto, é fundamental a organização do pensamento matemático, que inclui, por um lado, pensamento sobre tópicos matemáticos e, por outro, processos avançados do pensamento, como abstração, justificação, visualização, estimação ou raciocínio sobre hipóteses (CANTORAL *et al*, 2000).

Além disso, segundo Grossi (2008), o desafio de quem educa é descobrir maneiras diferentes de ensinar a mesma coisa, já que os estudantes têm ritmos e históricos variados. Além de questionar a abordagem do conteúdo, deve despertar a curiosidade do aluno e demonstrar a utilização do mesmo em diferentes situações da vida real. Historicamente o sistema educacional sempre é projetado igualmente para todos os estudantes, em um contexto organizacional definido, ao qual o estudante deve se adaptar.

O *e-learning* pode ser uma alternativa, um dos caminhos de solução dessa situação, podendo ser utilizado como um recurso didático de sala de aula com a presença do professor e dos alunos em um ambiente colaborativo/cooperativo. A vantagem do uso de uma seqüência didática em uma plataforma de ensino é a possibilidade da utilização de diferentes recursos, com padrão superior de qualidade, como vídeo-exemplos, textos e animações, ou seja, um conteúdo visual com maior qualidade. Assim, nesse ambiente virtual de aprendizagem, os alunos deixam de receber o mesmo conteúdo ao mesmo tempo e passam a percorrer caminhos diferenciados, de acordo com o seu perfil de estudante e com o seu desempenho.

O uso adequado e efetivo da tecnologia na educação requer que sua aplicação esteja fundamentada em teorias pedagógicas reconhecidas e experimentadas. Pretende-se, no desenvolvimento desse *e-learning*, que se cumpra com as seguintes características: seja uma proposta construtivista, ou seja, uma aprendizagem que dê importância ao contexto de aprendizagem como alternativa ao ensino por memorização; seja uma proposta colaborativa, que favoreça o trabalho em grupo, permitindo, também, o trabalho individual, assim como o trabalho com o professor, reforçando, dessa maneira, a dimensão social da educação; utilize as novas tecnologias como um recurso ativo de ensino e não um simples veículo de transmissão de informações; que permita

caminhos individualizados, de acordo com o ritmo e o perfil de aprendizagem do aluno.

Driver, citado por Porlán (1998), resume os princípios construtivistas da aprendizagem como: o que há no cérebro de quem vai aprender tem importância; encontrar sentido supõe estabelecer relações; quem aprende constrói significados ativamente; os estudantes são responsáveis pela própria aprendizagem. Os contextos significativos, segundo os princípios construtivistas, são situações do mundo real que ajudam ao estudante a por em prática as atividades didáticas propostas pelo professor. As situações de aprendizagem devem ser flexíveis e estarem caracterizadas para que permitam a representação do conhecimento em distintas formas, de modo que os alunos possam aprender da variedade de situações didáticas propostas.

Aliado a isso, Grossi (1993) afirma que o ensino construtivista deve considerar que: a aprendizagem é contínua em todos os momentos do dia-a-dia e a escola incorpora o que vem das experiências fora dela; a aprendizagem é essencialmente perpassada pelo outro, pelo grupo, pelo social; aprende-se resolvendo problemas; aprende-se a partir de um mergulho amplo nos elementos que interessam a um problema.

O construtivismo propõe como uma alternativa a memorização e as atividades fora de contexto, uma maior importância ao contexto de aprendizagem que permite construir o conhecimento, realizando atividades mais próximas ao mundo real e que geralmente incluem discussões em grupo (CROOK, 1998).

Nessa perspectiva, segundo Coll *et al* (2002) a aprendizagem deve ser considerada em um aspecto mais amplo, além da dimensão individual, observando os conteúdos da aprendizagem (como produtos sociais, culturais), do professor (como agente mediador entre indivíduo e sociedade) e do aluno (como aprendiz social).

O computador em um ambiente construtivista não deve ser usado meramente para transmitir informação, pelo contrário, deve ser uma ferramenta que apóie a experimentação e a construção do conhecimento. Martí (1992) sobre os métodos de Papert propõe a aplicação a situações instrucionais específicas do construtivismo e a mediação da aprendizagem através de

computadores e das pessoas. O autor vê a necessidade de definir a situação didática partindo das idéias prévias dos alunos, das suas instituições e também, definindo o tipo de intervenção do professor e dos alunos.

É importante considerar, também, a interação social no processo de ensino e aprendizagem, como favorecedora da aprendizagem, sendo outra característica importante das atividades didáticas construtivistas desenvolvidas em um ambiente colaborativo. Segundo Carretero (1997), a interação social produz conflitos cognitivos mediante a discussão e o intercâmbio de opiniões, causando uma mudança conceitual. O autor afirma, também, que o intercâmbio de informações entre companheiros que têm diferentes níveis de conhecimentos provoca uma modificação dos esquemas do indivíduo e acaba produzindo aprendizagem, além de melhorar as condições motivacionais da instrução.

De acordo com esses princípios, o *e-learning* desenvolvido, com Análise Combinatória, exhibe formas diferenciadas de apresentação do conteúdo. Isso possibilita ensinar o estudante que possui uma aprendizagem mais visual, de leitura e interpretação de textos ou um estudante que prefere resolver atividades de construção dos conceitos fundamentadas no método construtivista de educação, além de oferecer atividades de reforço para os alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem.

A Análise Combinatória é a parte da Matemática que estuda e desenvolve métodos para a resolução de problemas que envolvem contagem ou existência, de maneira geral, pode-se dizer que é a parte da Matemática que analisa estruturas e relações discretas.

A escolha desse tema justifica-se por ser um assunto que apresenta grandes dificuldades para os alunos e, porque é um componente essencial da Matemática discreta, e, como tal, tem papel importante na Matemática escolar, de acordo com Batanero, Godino e Pelayo (1996). Os mesmos autores afirmam, também, que além da sua importância no desenvolvimento da idéia de probabilidade, a capacidade combinatória é um componente fundamental do pensamento formal.

A grande vantagem desse conteúdo é estimular a capacidade de abstração do estudante para resolver problemas, sendo possível desenvolver atividades contextualizadas socioculturalmente, aproximando-o da realidade,

permitindo vivenciar situações próximas, que lhe possibilitam reconhecer a diversidade a qual o cerca e reconhecer-se como indivíduo capaz de ler e atuar nessa realidade, competência proposta pelo PCN+, Ensino Médio (BRASIL, 2002). Segundo Morgado *et al* (1991), a solução de um problema combinatório exige, quase sempre, engenhosidade e a compreensão plena da situação descrita pelo problema.

A proposta do NCTM⁴ (1989) coloca o raciocínio combinatório como uma ferramenta útil, já que é à base da Matemática discreta, reforçando a necessidade do seu ensino. Segundo Roa e Pelayo (2001) a Combinatória é uma das áreas fundamentais da Matemática Discreta e da Probabilidade. Atualmente, possui amplo campo de aplicação com investigação ativa e numerosas aplicações teóricas e práticas em Geologia, Química, Gestão Empresarial, Informática e Engenharia.

O conteúdo de Análise Combinatória, por sua estrutura lógico-formal, adapta-se com grande vantagem à proposta de aprendizagem através de uma seqüência didática⁵, onde uma etapa depende da compreensão da anterior, e o encadeamento de atividades auxilia na construção dos conceitos.

Com o objetivo de desenvolver caminhos que privilegiam os diferentes tipos de aprendizagem, foram desenvolvidos, na seqüência didática de Análise Combinatória, três cenários de entrega de conteúdos para cada etapa, que permitem um avanço gradual no processo de aprendizagem. No desenvolvimento do processo, a seqüência de apresentação dos conteúdos depende do comportamento de navegação e do desempenho individual nos testes no final de cada etapa, levando os estudantes a desenvolverem caminhos individualizados, de acordo com o seu perfil de aprendizagem, o que denominamos multicaminhos.

Seqüência didática com o conteúdo de Análise Combinatória

O *e-learning*, de Análise Combinatória, foi desenvolvido no padrão SCORM 2004 e aplicado na plataforma de ensino de EAD ILIAS. Mas para

⁴ *National Council of Teachers of Mathematics.*

⁵ Uma seqüência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, com a finalidade de ajudar o aluno a dominar melhor o conteúdo (DOLZ; SCHNEUWLY, 2004).

que a experiência englobasse um enfoque de cooperação e colaboração, havendo trocas entre os colegas de aula e com a mediação do professor, optou-se pela aplicação da seqüência didática em aulas presenciais, abrindo mão do uso das ferramentas de comunicação síncrona (chat) e assíncrona (fóruns), disponíveis na plataforma.

A Figura 1 apresenta a estrutura da seqüência didática no formato do SCORM, que tem uma estrutura em árvore com o nodo Análise Combinatória como *Organization*, do pacote SCORM, que mantém o controle e as regras dos módulos componentes da seqüência, sendo as etapas 1, 2, 3 e 4 as atividades *cluster*⁶, compostas pelas atividades com os conteúdos de aprendizagem.

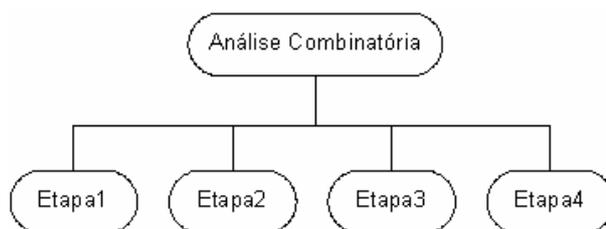


Figura 1: Árvore generalizada da seqüência didática da Análise Combinatória.

As etapas seguem uma apresentação seqüencial linear, necessária ao aprendizado do conteúdo proposto, mas com um mecanismo adaptativo que, ao identificar um desempenho inadequado na Etapa 1, automaticamente, deixa de entregar a Etapa 2 no cenário 1⁷, indo diretamente para a construção dos conceitos (cenário 2). Se ao final da Etapa 2, o desempenho continuar inadequado, é reapresentada toda a seqüência didática, conforme figura 2. Pela figura 2 identifica-se, também, a entrega da Etapa 4, caso o aluno opte pelo mesmo. O desempenho é analisado por uma avaliação, onde o estudante deve atingir um *score* maior ou igual a 5.

⁶ Nodo atividade, composto por outros nodos com atividades associadas a recursos, não tendo recurso associado diretamente a ele.

⁷ Apresentação formal dos conteúdos.

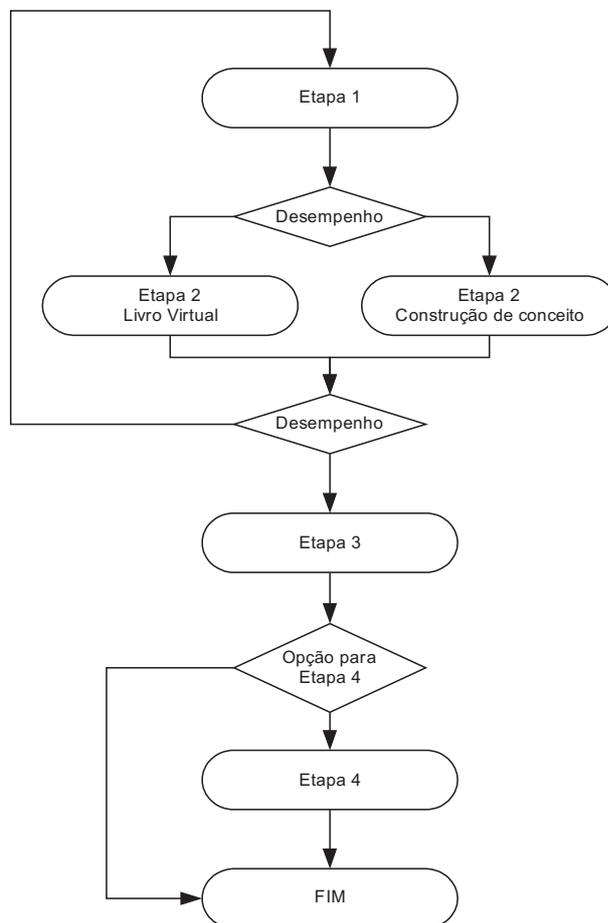


Figura 2: Diagrama de multicaminhos das etapas.

Entre as 4 etapas disponíveis, as três primeiras, podem ser percorridas em três diferentes cenários: livro virtual, com apresentação formal dos conteúdos e exercícios (cenário 1); atividades didáticas, que permitem a construção dos conceitos (cenário 2); atividades de recuperação (cenário 3), conforme a figura 3.

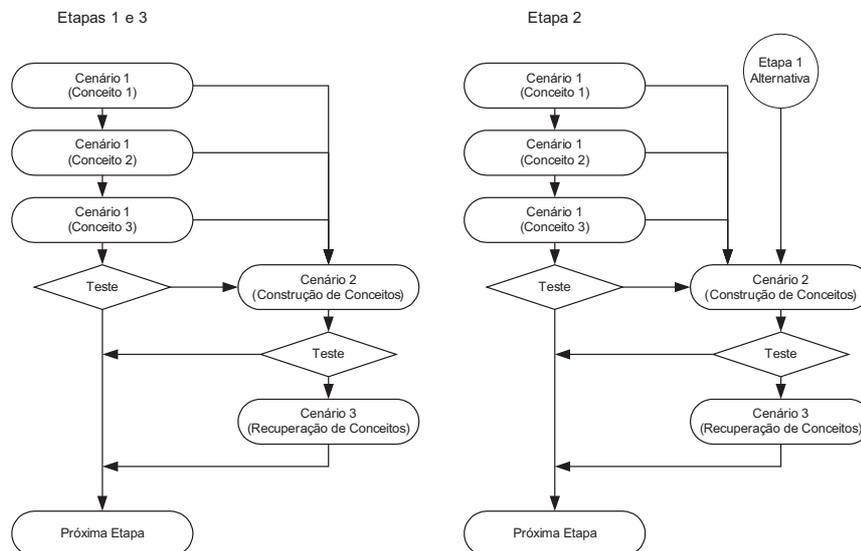


Figura 3: Diagrama da lógica de entrega nas etapas.

Na Etapa 1 da seqüência didática, todo aluno entra no cenário 1, onde são apresentados os conceitos matemáticos formalizados, com exercícios, seguidos por atividades avaliativas, com o intuito de verificar a compreensão dos mesmos. Caso esses objetivos não tenham sido atingidos, é apresentado o cenário 2, onde os conceitos são apresentados novamente ao aluno, em um formato didático alternativo, buscando a construção dos conceitos, passando novamente por uma atividade avaliativa. Se o aluno não alcançar o desempenho esperado, é apresentado o terceiro cenário com atividades de recuperação dos conceitos.

A Etapa 1 é composta por conceitos prévios à introdução da Análise Combinatória, do segundo ano do Ensino Médio, são eles: conjuntos, princípio aditivo, princípio multiplicativo e fatorial. Em conjuntos, abordam-se os conceitos fundamentais (1º ano do Ensino médio), onde são desenvolvidas as operações com conjuntos e as diferentes formas de representá-los, conceitos esses, usados no princípio da inclusão-exclusão. Os princípios aditivo e multiplicativo, incluindo a árvore de possibilidades, que são essenciais para a compreensão da Análise Combinatória, são explorados de várias maneiras, como no exemplo, a seguir.

1) apresentação de uma situação problema: “Um rapaz vai a uma festa e possui 2 bermudas e 3 camisetas, que combinam entre si, para escolher. De quantos modos diferentes ele pode se vestir com essas roupas?”;

2) atividade com preenchimento de uma tabela: preencha a tabela, abaixo, sendo B-bermuda, C-camiseta, B_1 -a primeira bermuda, B_2 - a segunda bermuda, C_1 -primeira camiseta, C_2 -segunda camiseta e C_3 - terceira camiseta;

	B	B_1	B_2
C			
C_1			
C_2			
C_3			

3) atividade com a construção da árvore de possibilidades: “preencha a árvore das possibilidades”



4) perguntas relativas ao desenvolvido para conclusões: “a) descreva todas as possíveis formas diferentes para o rapaz se vestir; b) quantas possibilidades existem? c) tente resolver esse problema, sem enumerar seus elementos.”

Finalmente o fatorial, com o objetivo de abreviar cálculos extensos, bem como, na utilização das fórmulas de Permutação, Arranjo e Combinação desenvolvidas na Etapa 2.

A Etapa 2 possui os conceitos de Permutação simples, Arranjo simples e Combinação simples. Nessa etapa destaca-se, através dos problemas, a importância de saber se a ordem dos elementos do agrupamento é importante ou não, preocupação enfatizada no trabalho de Roa *et al* (1997). Os autores observam que os erros de ordem estão ligados, principalmente, às combinações. Em suas pesquisas salientam que há uma confusão no entendimento dos critérios de Arranjo e Combinação. Então, há a preocupação, na seqüência desenvolvida, em propiciar várias formas de representação dos problemas, para tentar minimizar a dificuldade de interpretação dos mesmos, conforme exemplos da figura 4.

1 Quantos números de três algarismos distintos podem ser formados usando-se os algarismos 2, 4, 5?

$$2 \rightarrow \begin{cases} 4 \rightarrow 5 \\ 5 \rightarrow 4 \end{cases} \quad 4 \rightarrow \begin{cases} 2 \rightarrow 5 \\ 5 \rightarrow 2 \end{cases} \quad 5 \rightarrow \begin{cases} 2 \rightarrow 4 \\ 4 \rightarrow 2 \end{cases}$$

Observe que a quantidade de agrupamentos formados é 6, a saber: 245, 254, 425, 452, 524, 542. Note a importância da ordem dos elementos de cada agrupamento. Ao trocarmos a ordem dos números 2,4 e 5 teremos números diferentes, formando um agrupamento chamado Arranjo simples.

2 Quantas comissões de 3 alunos podemos formar com um grupo de 5 alunos, sendo eles, Artur (A), Bruna (B), Carmen (C), Diva (D) e Eduardo (E)?



Note que as comissões (A, B, C), (A, C, B), (B, A, C), (B, C, A), (C, A, B), (C, B, A) formam a mesma comissão, pois a ordem não modifica o grupo. Então, para cada seis comissões formadas pelas mesmas pessoas, na realidade temos apenas uma.

Logo, as comissões serão:

(A, B, C), (A, B, D), (A, B, E), (A, C, D), (A, C, E), (A, D, E), (B, C, D), (B, C, E), (B, D, E), (C, D, E).

O total será de 10 comissões possíveis, formadas por três alunos em cada comissão, formando um agrupamento chamado Combinação simples.

Figura 4: Diferenciação entre Arranjo e Combinação

São apresentadas, nessa etapa, no cenário 1, as fórmulas dos três diferentes agrupamentos, sendo permitido ao aluno recorrer ou não a elas na resolução dos problemas. No cenário 2, dessa etapa, possibilita-se a construção das fórmulas através de atividades de construção de agrupamentos envolvendo os conceitos de Permutação, Arranjo, Combinação. Caso o aluno não atinja um desempenho satisfatório nos cenários 1 e 2, apresenta-se o cenário 3, com atividades de reforço dos conceitos já estudados.

Na Etapa 3 são apresentados os conceitos mais elaborados, de Permutação cíclica, Arranjo com repetição, Combinação com repetição e o

Princípio da Inclusão-Exclusão, que dependem da compreensão dos conceitos da Etapa 2.

A Etapa 4, com problemas, propõe ao estudante situações mais elaboradas, com todos os conceitos abordados nas etapas anteriores, dando oportunidade de aprofundar-se no conteúdo, não sendo essencial para considerar o aluno apto no conteúdo de Análise Combinatória, por isso é uma etapa optativa na seqüência desenvolvida. Na figura 5 apresentam-se dois exemplos de problemas.

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1 Qual é o número de divisores inteiros e positivos de 720?2 Quantas são as soluções inteiras não-negativas de $x + y + z + w < 6$? |
|--|

Figura 5: Problemas de Análise Combinatória da Etapa 4

Em todos os conceitos são apresentados links, não obrigatórios, para vídeo- exemplos, seguindo o conceito de hipermídia, atendendo aos alunos cuja apresentação formal não seja satisfatória. Apresentam-se, também, links para que o aluno opte por atividades de construção dos conceitos, antes de ser submetido ao teste.

A estrutura de multicaminhos está vinculada às interações do aluno, ao seu desempenho e aos tipos de conteúdos disponíveis no curso. Aplicando uma lógica adaptativa, regida pelas regras de seqüência do SCORM, é possível proporcionar experiências personalizadas com o objetivo de facilitar a aprendizagem, entregando conteúdos diferenciados, em sua forma de apresentação, para um mesmo conceito.

A dinâmica de multicaminhos tanto da seqüência das etapas como dentro de cada uma delas, permite cenários individualizados, através de um mecanismo de aprendizagem adaptativa, que encontra no SCORM suporte e viabilidade técnica para sua implementação.

O curso não tem como objetivo principal o caráter avaliativo do grau de conhecimento do aluno, mas, através do acompanhamento dos cenários entregues, é possível analisar o perfil e o desempenho do mesmo, bem como dos conteúdos em si, visto que subcaminhos não percorridos significam que

os conteúdos anteriores expostos na seqüência estão sendo suficientemente compreendidos pelo aluno, atendendo ao objetivo educacional proposto, seja na apresentação dos conteúdos no cenário 1, seja no cenário 2.

SCORM

Em 1970 surgiu o ensino eletrônico em plataformas proprietárias de uso restrito e direcionado, onde o desenvolvimento de um módulo educacional era extremamente vinculado à plataforma de criação. Os conteúdos eram formatados nos padrões proprietários das ferramentas, tornando difícil ou quase impossível a migração e o reaproveitamento das informações para outra plataforma, sendo, muitas vezes, mais fácil e menos dispendiosa a recriação dos mesmos.

As constantes evoluções tecnológicas, os altos custos de atualização, a falta de funcionalidades genéricas de exportação e importação e a não-interoperabilidade entre plataformas gerou a demanda por uma padronização do *e-learning*.

Em resposta a essa problemática, em 1997, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) e o Escritório de Política de Ciência e Tecnologia da Casa Branca (OSTP) lançaram o *Advanced Distributed Learning Initiative (ADL)*, com a intenção de prover acesso a um aprendizado de alta qualidade, levando em consideração as necessidades individuais, a capacidade de ser entregue a qualquer hora e em qualquer lugar a um custo efetivo menor do então existente.

Esse objetivo é alcançado com a definição do SCORM (*Sharable Content Object Reference Model* – Modelo de referência de Objetos de Conteúdo Compartilhado), que define o conteúdo reutilizável como um objeto educacional dentro de uma estrutura técnica para aprendizagem baseada em computador e na *web*.

O SCORM é o resultado da especificação e padronização baseadas no trabalho de outras entidades normativas, podendo ser identificado como a união das melhores práticas e padrões existentes em *e-learning* (*electronic learning*) anteriores ao seu surgimento; padrões que continuam sendo

aprimorados pelos seus criadores, os quais colaboram com o *ADL Initiative*. O SCORM 2004 3rd *Edition* é a edição mais atual e sua adesão por parte dos desenvolvedores de sistemas está aumentando em relação à versão anterior, de 2002, que já está bem difundida.

As entidades fundamentais que contribuem continuamente para o SCORM são:

- *Alliance of Remote Instructional Authoring & Distribution Networks for Europe (ARIADNE)* (<http://www.ariadne-eu.org/>)
- *Aviation Industry CBT Committee (AICC)* (<http://www.aicc.org>)
- *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*
- *Learning Technology Standards Committee (LTSC)* (<http://ieeeltsc.org/>)
- *IMS Global Learning Consortium, Inc.* (<http://www.imsglobal.org/>)

O SCORM é um documento técnico que define as regras para os criadores de ferramentas de autoria com definições de comportamento. A conformidade com o padrão garante a portabilidade dos conteúdos.

Esse modelo de referência não foi feito diretamente para desenvolvedores ou *designers* de conteúdos, pois não define como criar lógicas instrucionais ou melhores práticas de ensino. As definições se restringem aos diversos pontos de análise e escolhas possíveis, para determinar o comportamento da plataforma relativo à entrega dos conteúdos ao aluno. Essas definições têm por objetivo facilitar a criação de conteúdos, aumentando a produtividade intelectual através da adoção desses padrões de comportamento implementados nos cursos eletrônicos.

Os objetivos básicos para o desenvolvimento do modelo de referência foram a portabilidade do conteúdo, a granularidade e a interoperabilidade, detalhados a seguir.

Portabilidade do conteúdo

Uma das premissas básicas, a portabilidade, estabelece que os conteúdos devam ser criados independentemente de qualquer plataforma. Para

tanto é especificada a utilização do HTML⁸ como referência ao conteúdo dentro do documento SCORM (*imsmanifest.XML*), que define o pacote do curso criado.

A característica de portabilidade permite que os conteúdos criados sejam importados por qualquer plataforma, em conformidade com o padrão SCORM, e que tenham sempre o mesmo comportamento de apresentação, garantindo a idéia do objetivo instrucional proposto pelo criador.

É importante que não sejam criados links externos aos conteúdos, evitando que cursos criados em um determinado ambiente não sejam comprometidos quando exportados para outros ambientes com alguma particularidade de acesso, como bloqueio de acesso a sites não bloqueados no ambiente de criação original.

Granularidade

A característica de granularidade faz com que um conteúdo contenha a idéia de ensino toda dentro de si e possa ser utilizado independente de um contexto. Isso permite a composição de uma idéia maior através do agrupamento de diversos conteúdos. A vantagem dessas composições é a economia intelectual na criação de idéias instrucionais extensas. A princípio, há uma intensa demanda de intelecto para a criação dos conteúdos, mas, após a criação e disponibilização em uma biblioteca, a reutilização dos conteúdos armazenados passa a economizar o tempo na criação de idéias maiores.

O conhecimento atômico, com agrupamentos moleculares, é uma analogia bem cabível quando se fala de granularidade. As construções de Lego[®] também são análogas ao conceito de granularidade (HODGINS, 2000). Pequenas idéias, como os blocos Lego[®], são dispostas em construções, de acordo com as vontades e objetivos do construtor, compondo uma idéia maior, podendo vir a ser transformadas em paredes, recintos ou castelos.

⁸ HTML (acrônimo para a expressão inglesa *HyperText Markup Language*, que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto) é uma linguagem de marcação utilizada para produzir páginas na *Web*. Documentos HTML podem ser interpretados por navegadores. A tecnologia é fruto do “casamento” dos padrões *HyTime* e *SGML*.

Interoperabilidade

A interoperabilidade de um conteúdo está ligada à característica de portabilidade e granularidade do mesmo. Um conteúdo portátil pode ser importado por uma plataforma em conformidade com o SCORM, garantindo, assim, a interoperabilidade entre o conteúdo e a plataforma de entrega.

As características da interoperabilidade são apresentadas a seguir.

- **Reutilização** – flexibilidade na incorporação de componentes de instrução em múltiplas aplicações e contextos, ou seja, consiste em possibilitar a reutilização do curso ou objeto de aprendizagem, na mesma ou em outra composição instrucional.

- **Capacidade de Gestão** – possibilidade da ferramenta instrucional localizar a informação apropriada sobre o conteúdo ou sobre o estudante.

- **Acessibilidade** – possibilidade de o estudante acessar o conteúdo adequado, no nível apropriado e sempre da mesma forma. Essa característica definiu o navegador Web como ferramenta de entrega dos conteúdos.

- **Durabilidade** – capacidade de conservação frente às evoluções tecnológicas, sem que seja necessário redesenhar, reconfigurar ou reprogramar, protegendo o investimento intelectual.

Plataforma de ensino ILIAS

A princípio, por ser o mais difundido como plataforma *open source* de *e-learning*, foi selecionado para implementação como LMS (*Learning Management System*) o Moodle. Contudo por razões técnicas de não conformidade com o SCORM 2004, foi substituído pela plataforma ILIAS.

A plataforma ILIAS foi desenvolvida pelo projeto VIRTUS, da *University of Cologne* (Universidade de Colônia), Alemanha. Tornou-se de domínio público em 2000, passando a ser desenvolvida também pelo *Swiss Federal Institute of Technology Zurich* (Instituto Federal de Tecnologia de Zurique), Suíça, com contribuições de outras instituições tecnológicas.

A plataforma ILIAS, além de ser um LMS em conformidade com SCORM 1.2 e 2004 *3rd Edition*, também é uma ferramenta de apoio e

suporte à atividades de *e-learning*. Dispõe de gerenciamento de curso, grupos de usuários, desktop individual para os usuários, controle de regras de acesso, testes e exercícios, *fórum*, *chat*, *podcast*, rastreamento de acesso aos conteúdos, suporte ao *Google Maps*.

Para a seqüência didática desenvolvida foi usado o ILIAS (v3.9.1 2007-12-27), instalado sobre plataforma Linux. Já encontra-se disponível o ILIAS (v3.9.4 2008-05-09), como a mais recente versão estável, no site oficial do ILIAS, (www.ilias.de).

Implementação da seqüência didática com Análise Combinatória

Visando à proteção da propriedade intelectual, os conteúdos foram criados em *flash* pela característica de não serem editáveis, o que preserva o objetivo educacional dos conteúdos e atividades.

Foi adotado um padrão na criação dos conteúdos, evitando que o curso fique com uma aparência fragmentada. As páginas foram elaboradas sem o uso de conteúdos maiores que a área de tela, evitando rolagens para leitura e mantendo toda a informação necessária integralmente na tela, facilitando a visualização. Foi utilizado um fundo azul, por ser menos cansativo aos olhos que o fundo branco e menos contrastante que o fundo preto, conforme a figura 6.

Princípio Multiplicativo

ou Princípio Fundamental da Contagem
Observe o seguinte problema:
Com os algarismos 2, 3, 5 e 7 quantos números de três algarismos distintos podemos formar?

Solução: para a escolha do primeiro algarismo temos quatro possibilidades (2, 3, 5 e 7) e para a escolha do segundo algarismo temos três possibilidades, já que um dos algarismos foi utilizado e para o terceiro algarismo temos duas possibilidades restantes, logo, teremos: $4 \cdot 3 \cdot 2 = 24$ números distintos de três algarismos. Veja a figura:

$\square \quad \square \quad \square$
 $4 \quad \times \quad 3 \quad \times \quad 2 \quad = \quad 24$

Navigation icons: back and forward arrows.

Figura 6: tela de um conteúdo flash.

Os conteúdos de construção de conceitos e recuperação dos mesmos possuem uma interação um pouco mais elaborada. As atividades de manipulação de objetos para composições de arranjo, permutação e combinação, particularmente, mostram alguns recursos gráficos do flash, como redimensionamento e transparência de objetos. A Figura 7 apresenta a atividade interativa de construção de conceitos em combinação simples, onde o aluno pode arrastar e soltar as peças sobre o tabuleiro, compondo as combinações propostas.



Figura 7: Tela da atividade de construção de conceitos.

Para as atividades avaliativas foi desenvolvida uma ferramenta para facilitar e agilizar a criação dos exercícios.

Seguindo as premissas do SCORM de empacotamento e interoperabilidade, o iQuiz foi criado usando a linguagem flash, por sua facilidade na criação das interações e para manter o sigilo das respostas que poderiam ser facilmente exploradas se criado em HTML.

O iQuiz foi desenvolvido com base nas seguintes especificações:

- apresentar as questões em modo exercício ou atividade avaliativa;
- ter uma base de questões para apresentação ao aluno;
- as questões disponíveis no banco devem ser apresentadas em

seqüência aleatória;

- os itens de respostas de cada questão devem ser apresentados com disposição aleatória;
- finalizar após 5 questões respondidas corretamente, em até 10 questões, submetendo o escore ao LMS, quando iniciado como atividade avaliativa;
- não apresentar observação de erro se iniciado como atividade avaliativa;
- não submeter escore ao LMS, quando iniciado como exercício;
- apresentar observação de erro, quando existir, se iniciado como exercício;
- apresentar 10 questões, quando inicializado como exercício.

Para manter as funcionalidades exigidas, certas condições devem ser respeitadas para o correto funcionamento do mesmo. São elas:

- o *XML* deve ter, no mínimo, 10 questões, para que o *iQuiz* saia automaticamente e submeta o escore ao LMS;
- não se pode fazer uso dos sinais de “<” e “>”, substituindo-os pela sua forma textual de menor e maior, pois o interpretador do *XML* considera os mesmos como abertura e fechamento de chave, interrompendo a apresentação do texto após os mesmos.

Atualmente, o *iQuiz* suporta somente questões objetivas. Futuras implementações aceitarão questões de preenchimento de valor e com respostas de múltiplas seleções. O *XML* de questões foi estruturado seguindo uma ontologia própria, mas com uma disposição lógica que permitirá a extensão sem alterações na estrutura básica.

A Figura 8 apresenta um exemplo de uma atividade, como é apresentada para o aluno, montada no *iQUIZ*.

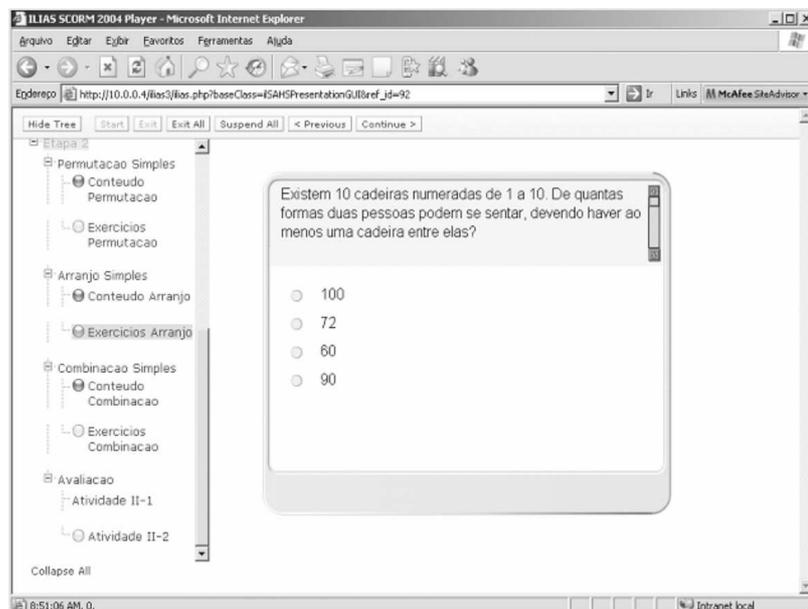


Figura 8: Atividade apresentada na plataforma ILIAS.

A experiência

A implementação da proposta de *e-learning* com o conteúdo de Análise Combinatória foi desenvolvida com 9 alunos que cursam o quarto semestre do curso de Matemática Licenciatura da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA em Canoas, Rio Grande do Sul.

Utilizou-se uma abordagem qualitativa, para coleta e análise dos dados, de acordo com Taylor e Bogdan citado por Santos Filho e Gamboa (2002). Foram utilizadas filmagens dos alunos desenvolvendo a seqüência, observações do professor durante esse desenvolvimento e análise do banco de dados, da plataforma ILIAS e dos caminhos percorridos pelos alunos em cada etapa.

O experimento foi desenvolvido em 16h/a, distribuídas em 4 aulas noturnas de 4h/a, no laboratório de informática, com a presença do professor e dos alunos, conforme Figura 9.



Figura 9: Alunos participantes do experimento no Laboratório de Informática da ULBRA.

A análise dos dados coletados demonstra que a individualização da seqüência de atividades de cada aluno dependeu da sua atuação e os caminhos percorridos permitem visualizar a forma de aprendizagem e o perfil do aluno. O banco de dados da plataforma ILIAS apresentou os seguintes resultados, conforme a Tabela 1.

Alunos	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4
1	E1 (C1)	E2 (C1,C2,C3)	E3 (C2)	E3 (C3) E4 (-)
2	E1 (C1) E2 (C1)	E3 (C1)	E4 (+)	
3	E1 (C1) E2 (C1)	E2 (C2,C3)	E3 (C2,C3)	E4 (+)
4	E1 (C1) E2 (C1,C2)	E2 (C2)	E3 (C1,C2)	E4 (+)
5	E1 (C1) E2 (C1)	E2 (C1,C2)	E3 (C1,C2)	E4 (+)
6	E1 (C1,C2,C3)	E2 (C2,C3)	E1 Revisou E2 Revisou	E3 (C1,C2,C3); E4 (o)
7	E1 (C1)	E2 (C1,C2)	E3 (C1,C2,C3)	E4 (+)
8	E1 (C1)	E2 (C1,C2)	E3 (C1,C2,C3)	E4 (+)
9	NC	E1 (C1,C2) E2 (C1)	E2 (C2,C3)	E3 (C2,C3) E4 (o)

E1 – Etapa 1; E2 – Etapa 2; E3 – Etapa 3; E4 – Etapa 4; C1 – cenário 1; C2 – cenário 2; C3 – cenário 3; NC – Não compareceu; (+) – Terminou com êxito; (-) – Não terminou com êxito; (o) – Não fez.

Tabela 1: Resultados da experiência com a seqüência didática de Análise Combinatória

É possível identificar diferentes caminhos percorridos pelos alunos no desenvolvimento da seqüência, na figura 10 apresentam-se três tipos de caminhos percorridos pelos alunos participantes do experimento.

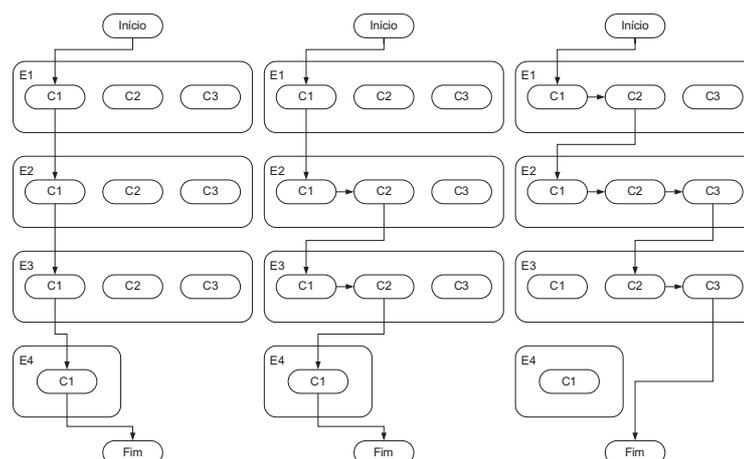


Figura 10: Exemplos de caminhos percorridos pelos alunos participantes do experimento.

Na Etapa 1, conceitos prévios, 7 alunos realizaram as atividades somente do cenário 1 (livro virtual), um aluno necessitou realizar também as atividades do cenário 2 (construção dos conceitos) e um aluno realizou as atividades dos três cenários.

Nas Etapas 2 e 3, conceitos dos vários tipos de agrupamentos, sete alunos necessitaram realizar as atividades de construção dos conceitos e cinco desenvolveram, também, as atividades de reforço para atingir o desempenho esperado no teste. Entende-se que a apresentação dos conceitos com mais de uma perspectiva didática favorece a aprendizagem, de acordo com o perfil e o ritmo de cada aluno, e respeita a forma individual de realizar o estudo, o que demonstra a importância da diversificação didática para um ensino de qualidade, atingindo um maior número de estudantes em sala de aula.

Na Etapa 2, quando o sistema entregou o cenário 3 (de reforço dos conteúdos) ao aluno 1, ele fez o seguinte comentário: *“Assim consigo entender melhor, todos os conceitos deveriam estar apresentados assim, bem explicadinho.”*

Apesar de dois dos nove alunos que realizaram a seqüência não terem desenvolvido a Etapa 4, e um aluno não tê-la terminado com êxito, não significa que não conseguiram um desempenho adequado em Análise Combinatória, pois essa etapa foi planejada com problemas mais elaborados, destinadas aos alunos que tivessem o desejo e a motivação de realizá-la, para aprofundar seus conhecimentos. Essa etapa permite ao professor, em sala de aula, identificar os alunos que possuem e/ou desenvolveram um pensamento combinatório de alto nível. Considerando que pensamento de alto nível, segundo Resnick, citado por Lins e Gimenez (1997), é aquele que estabelece relações, não é imediato e faz com que o sujeito estabeleça processos não-algorítmicos. Exige um nível de abstração mais elevado, o qual permite relações entre os conhecimentos já adquiridos, exigindo mais que a aplicação de algoritmos e regras. Normalmente, a resolução de problemas, em Matemática, exige do resolvente raciocínio de alto nível, ou seja, é necessário relacionar os conhecimentos prévios e aplicá-los em uma situação nova.

Salienta-se que os alunos participantes do experimento mostraram-se motivados e interessados durante o desenvolvimento do mesmo. Também é importante observar que os alunos que não obtiveram desempenho adequado no cenário 1 e necessitaram realizar as atividades dos cenários 2 e 3 não se sentiram desmotivados nem excluídos do processo, pelo contrário, sentiram-se incluídos, pois tinham a oportunidade de recuperar-se.

Todos os alunos tiveram facilidade para manipular a seqüência na plataforma ILIAS. Na Figura 11, observa-se um aluno desenvolvendo atividades no cenário 2, da Etapa 2.



Figura 11: Um aluno desenvolvendo atividades no cenário 2, da Etapa 2.

Os alunos realizaram os exercícios, resolvendo no papel, discutindo com seus colegas e solicitando a intervenção do professor quando necessitavam. Nesse momento, justifica-se a importância do desenvolvimento das atividades em sala de aula, permitindo o diálogo e interação entre os colegas de classe e com o professor, de acordo com um ensino colaborativo.

Salienta-se que os alunos, apesar de desenvolverem o trabalho em sala de aula, realizaram vários acessos à plataforma, fora do horário de classe, para continuar seus estudos, demonstrando a importância desse recurso didático, bem como da facilidade de acesso em qualquer horário e lugar.

Conclusão

O SCORM como padronizador das regras mostrou-se eficiente, dentro das premissas definidas, atendendo às expectativas de entrega dos conteúdos adequados às necessidades dos alunos. A escolha do padrão *SCORM* atendeu a implementação das regras em um padrão aberto de *e-learning*, o que facilita a difusão das idéias em outras instituições, algo que poderia ser dispendioso e inviável para pequenos projetos de conteúdo se fosse utilizado padrões de *e-learning* proprietários.

A plataforma ILIAS mostrou-se estável durante o desenvolvimento das atividades na gestão das informações de progresso dos alunos e da execução do curso. A interface foi descrita como de navegação simples, sendo necessárias somente instruções referentes à suspensão das atividades para continuidade posterior. Alguns alunos tiveram que reiniciar o curso, pois ao interromper as atividades a finalizaram, quando a intenção era suspendê-las, para iniciar posteriormente do ponto interrompido. Essas situações ocorreram durante a navegação nos conteúdos do cenário 1, não prejudicando o processo, por ser o primeiro do curso e não acarretar perdas de informações de comportamento do aluno.

O *e-learning* foi utilizado pela capacidade de implementação da idéia proposta com regras de opção de escolha de tópicos, validação de conhecimentos, através de testes no final de cada etapa, análise de desempenho temporal de execução de tarefas, e a possibilidade de criação de tarefas interativas e animadas, de forma individualizada.

A utilização da seqüência desenvolvida, em um contexto de sala de aula presencial, permitiu a troca de informações entre os colegas, sendo notória a construção de conceitos durante esse processo. Também, permitiu ao professor modificar o papel tradicional que ocupa no processo, deixando de ser o responsável pelo conteúdo para ser o mediador do processo junto ao aluno. Seguindo características fundamentais de uma proposta colaborativa nos princípios construtivistas.

Os cenários diferenciados, com a exposição de conteúdos com apresentações distintas, foram condizentes com os perfis dos alunos, como o planejado. Os mais performáticos percorreram os caminhos mais curtos, navegando somente pelo cenário 1 de apresentação dos conteúdos, através do livro virtual. Os demais, dependendo do seu desempenho nos testes, durante a seqüência, realizaram o estudo das atividades de construção dos conceitos e, quando necessário, o reforço dos conceitos, conseguindo, assim, um aprendizado mais apropriado ao seu perfil de estudante, buscando a superação das atividades avaliativas, alcançando o objetivo educacional delineado, que era chegar ao final da seqüência proposta, realizando as quatro etapas e avançando de uma etapa a outra de acordo com seu ritmo e desempenho, de acordo com os princípios construtivistas de ensino. Salienta-se que os estudantes, de acordo com o objetivo geral da investigação, percorreram caminhos diferenciados e de acordo com seu perfil de aprendizagem.

A Etapa 4, considerada optativa, com problemas cujas resoluções são mais elaboradas também foram exploradas por seis estudantes. Desses, um não realizou a atividade com êxito e cinco conseguiram resolver cinco problemas, como previsto. Isso possibilitou, no grupo investigado, a identificação dos alunos com características de pensamento de alto nível em Análise Combinatória. É importante salientar que os estudantes que não concluíram essa etapa não se sentiram desmotivados, demonstrando que a não-obrigatoriedade de algumas atividades é importante para o estudante, sem prejudicá-lo na compreensão dos conceitos fundamentais da Análise Combinatória. Nesse sentido, entende-se que a seqüência desenvolvida em 4 etapas, onde a quarta etapa permitia, ao estudante, a opção de não desenvolvê-la mostrou-se positiva, não prejudicando o desenvolvimento dos

conceitos fundamentais da Análise Combinatória.

A utilização do *e-learning* desenvolvido, no padrão SCORM, como um recurso didático para sala de aula, apresentou pontos positivos e algumas dificuldades que devem ser considerados.

Os pontos positivos observados foram: permitiu ao estudante estudar além das horas de classe e seguir avançando em seus estudos, com a mesma qualidade de sala de aula; possibilitou que o professor atuasse como um orientador dos trabalhos em sala de aula, deixando de ser a principal tarefa a exposição do conteúdo, permitindo-lhe um intercâmbio maior com os alunos, além de atendimentos individualizados; a seqüência didática com multicaminhos permitiu que os alunos estudassem de acordo com seu perfil de aprendizagem; os alunos não receberam o conteúdo em um único formato e passaram a recebê-lo de acordo com suas preferências e desempenho, possibilitando caminhos individualizados de aprendizagem, algo completamente improvável em uma sala de aula do ensino regular; o padrão SCORM possibilita que a seqüência possa ser utilizada em outras plataformas, como a MOODLE (muito utilizada nas instituições de ensino), podendo ser transferida, totalmente ou em partes, sem perda de qualidade e documentos.

As dificuldades que se apresentaram foram: exigiu um trabalho de muito envolvimento do professor na elaboração didática da seqüência, sendo necessária à apresentação do conteúdo em três formatos didáticos (apresentação em formato de livro virtual, apresentação com atividades que levam o aluno a concluir os conceitos e apresentação com atividades de reforço dos conceitos estudados); a construção da seqüência necessitou de um grupo de trabalho composto por profissionais de educação, de design gráfico e de especialistas em informática, o que, em muitas situações, pode ser um empecilho ao desenvolvimento de seqüências didáticas com multicaminhos.

Dessa forma, considera-se que o esforço no desenvolvimento de uma seqüência com multicaminhos é vantajosa e apresenta mais pontos positivos do que negativos, sendo importante a continuação de estudos e pesquisas nessa área.

Referências

- ADLNet. SCORM 2004 3rd Edition Content Aggregation model, version 1.0, 2004.
- ADLNet. SCORM 2004 3rd Edition Sequencing and Navigation, version 1.0, 2004.
- ADLNet. SCORM 2004 3rd Edition Run-Time Environment, version 1.0, 2004.
Disponível em: <<http://www.adlnet.gov/>> Acesso em: mai. 2007.
- BRASIL, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. PCN+ Ensino Médio. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BATANERO, C.; GODINO, J. D.; PELAYO, V. N.. Razonamiento Combinatorio em Alumnos de Secundaria. **Educación Matemática**, v. 8, n. 1, p. 26-39, 1996.
- CANTORAL, R. *et al.* **Desarrollo del pensamiento matemático**. México: Trillas, 2000.
- CARRETERO, M. **Construtivismo e educação**. Porto Alegre: Artmed, 1997.
- COLL, C. *et al.* **O Construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 2002.
- CROK, C. **Ordenadores y aprendizaje colaborativo**. Madrid: Morata, 1998.
- DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. **Gêneros orais e escritos na escola**. Tradução e organização de Roxane Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado de Letras, 2004.
- FLASH 8.0. Disponível em: <<http://www.adobe.com/>> Acesso em: 10 mai. 2008.
- HODGINS, H. W. **The Future of Learning Objects**. 2000. Disponível em: <<http://www.reusability.org/read/chapters/hodgins.doc>>. Acesso em: 17 mai. 2008.
- GROSSI, E. Aspectos pedagógicos do construtivismo pós-piagetiano. In: Grossi, E.P.; Bordin, J. (Org.). **Construtivismo Pós-Piagetiano**. Petrópolis: Vozes, 1993. p. 50-65.
- GROSSI, E. Assim não dá. **Nova Escola**, Ano XXIII, n. 214, p. 20-21, agosto de 2008.
- LINS, R. C.; GIMENEZ, J. **Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI**. São Paulo: PAPIRUS, 1997.
- MARTÍ, E. **Aprender con ordenadores en la escuela**. Barcelona: ICE-Universitat de Barcelona/Horsori, 1992.

MORGADO, A. C. de O. *et al.* **Análise combinatória e Probabilidade**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 1991.

NCTM. National Council of Teachers of Mathematics. **Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática**. Reston: NCTM, 1989.

PORLÁN, R. **Construtivismo y escuela**. 5.ed. Sevilla: Díada, 1998.

ROA, R.; BATANERO, C.; GODINO, J. D.; CAÑIZARES, M. J. Estrategias de resolución de problemas combinatorios por estudiantes con preparación matemática avanzada. **Epsilon**, n. 36, p. 433-446, 1997.

ROA, R.; PELAYO, V. N. Razonamiento Combinatorio e Implicaciones para la Enseñanza de la Probabilidad. In: JORNADAS EUROPEAS DE ESTADÍSTICA, 2001, Ilhas Baleares. **Anais Jornadas Europeas de Estadística**. Ilhas Baleares: IBAE, 2001, Anais eletrônicos.

SANTOS FILHO, J. C.; GAMBOA, S. S. **Pesquisa Educacional: quantidade-qualidade**. 5. ed. São Paulo: Ed. Cortez, 2002.

Software ILIAS. Disponível em: <<http://www.ilias.de/>> Acesso em: 26 jan. 2008.

Aprovado em dezembro de 2008
Submetido em setembro de 2008