

SAW - Novas Funcionalidades e Ferramentas

Janine Gomes Moura¹, Leônidas Oliveira Brandão¹

¹Instituto de Matemática e Estatística – Universidade de São Paulo (USP)
Caixa Postal 66.281 – 05315-970 – São Paulo – SP – Brasil
Telefone: 3091-9691

{janine,leo}@ime.usp.br

Abstract. *This work presents a Web based learning management system, called “Sistema de Aprendizagem pela Web (SAW)” and some of its new resources, such as a formula editor. The SAW was developed to allow an easy incorporation of learning modules on it. These modules are supposed to be Java applets.*

Resumo. *Neste trabalho apresentamos um sistema gerenciador de curso pela Web, o “Sistema de Aprendizagem pela Web (SAW)”, destacando alguns de seus novos recursos, como o editor de fórmulas. O SAW permite que applets especiais para cada disciplina (módulos de aprendizagem) sejam facilmente incorporados no sistema.*

1. Introdução

Atualmente, tanto no Brasil quanto em outros países, ocorre uma grande expansão do uso da *Web* no ensino/aprendizagem. Paralelamente pesquisas nesta área têm aumentado consideravelmente, como demonstra [Litto et al. 2004] e, conseqüentemente, a demanda por ferramentas que facilitem a produção/gerenciamento de cursos via *Web* é grande.

Existem várias denominações para descrever este tipo de sistema, geralmente distinguindo-os por algumas de suas características, como *LMS - Learning Management System*, *CMS - Content Management System* e *LCMS - Learning Content Management System*. Adotaremos aqui a denominação *Sistema Gerenciador de Cursos (SGC)* para designar qualquer sistema que possa ser utilizado para publicação material na *Web* e que disponha de autenticação de usuários.

Um requisito interessante para tais SGC é que eles sejam flexíveis, no sentido de permitir incorporação de novos recursos, e adaptáveis em resposta às interações com o usuário. Existem vários sistemas hipermídias com características de adaptabilidade [Brusilovsky 2000] e outros mais genéricos como *Teleduc* [Rocha 2002], *Moodle* [Moodle 2004] e *AulaNet* [Fuks et al. 2004]. Os sistemas genéricos não permitem que recursos especializados para o aprendizado de conteúdos específicos, como a Geometria, sejam facilmente incorporados ao sistema.

O *Sistema de Aprendizagem pela Web (SAW)* começou a ser desenvolvido em 2004, para ser um SGC gratuito que facilita a incorporação de *recursos interativos específicos para aprendizagem*, geralmente na forma de *applets Java*. Por isso, denotamos

estes recursos por *módulos de aprendizagem*. Durante a definição do sistema, os seguintes requisitos mereceram destaque:

- o sistema deve permitir fácil acoplamento de *módulos de aprendizagem*, por exemplo, para o ensino de geometria acoplar um software que permita construções geométricas.
- o sistema deve permitir compartilhamento de componentes, isto é, permitir que os professores possam reutilizar aulas e exercícios presentes no sistema;
- o sistema deve possibilitar a inclusão (e edição) de textos matemáticos;
- o sistema deve permitir que o professor tenha acesso rápido às atividades e trabalhos realizados pelos alunos.

Este artigo está estruturado da seguinte maneira: na seção 2 são citados alguns dos recursos mais comuns nos SGC; na seção 3 são apresentados os principais recursos disponíveis no SAW; na seção 4 são descritas algumas experiências com o uso do SAW e na seção 5 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2. Sistemas Gerenciadores de Curso

Os computadores e as tecnologias relativas à *Web* têm sido bastante utilizados no ensino, existindo iniciativas de várias naturezas no emprego destes recursos. Uma destas iniciativas é o desenvolvimento de **Sistemas de Gerenciamento de Curso (SGC)**, dentre os quais podemos citar o *AulaNet* [Fuks et al. 2004], o *WebCT* [Goldberg and Salari 1997], o *Moodle* [Moodle 2004] e o *Teleduc* [Rocha 2002].

Estes SGC dispõem de vários recursos genéricos, que podem ser empregados em quaisquer cursos via *Web*, como *fórum de discussão*, *chat* e ferramentas para avaliações do tipo “múltipla-escolha”. Entretanto, eles não permitem que *módulos de aprendizagem* sejam facilmente inseridos. Em sistema de código aberto (*free software*), como *Moodle* e *Teleduc*, isso é possível, mas seriam necessários programadores para executar a tarefa.

A introdução destes módulos pode incrementar a interatividade do sistema, ajudando os alunos na aprendizagem e, eventualmente, facilitando algumas das tarefas do professor. No caso específico da aprendizagem de geometria, a incorporação de um programa de Geometria Dinâmica como o *iGeom* [Isotani and Brandão 2004], permite a autoria e avaliação automática de exercícios. Deste modo é possível que o professor publique exercícios em que o aluno é desafiado a realizar construções geométricas (indo além das questões tipo “múltipla-escolha”).

A partir do objetivo de desenvolver um sistema que facilite a incorporação de módulos de aprendizagem, iniciamos o desenvolvimento do SAW em janeiro de 2004.

3. Sistema de Aprendizagem pela Web (SAW)

O SAW tem sido desenvolvido utilizando as linguagens *PHP* e *Javascript* e o gerenciador de banco de dados *MySQL*. Brevemente seu código fonte será disponibilizado na forma de “*free software*”.

Uma característica importante na arquitetura do *SAW* é a flexibilidade para inserção de *módulos de aprendizagem*, na forma *applets*. Para poder ser acoplado ao *SAW* um *módulo de aprendizagem (MA)* deve dispor de recursos de comunicação baseado no protocolo *HTTP*. Além disso é recomendável que o *MA* disponha de recursos para autoria e avaliação automática de exercícios. A comunicação entre o *SAW* e o *applet* ocorre através da passagem de parâmetros para o *applet* via *tags HTML* e via método *POST*, para receber informações enviadas pelo *applet*.

A versão atual do *SAW* contém dois *MAs*: o *iGeom* [Isotani and Brandão 2004] e o *iCG*. O primeiro é um sistema de *Geometria Dinâmica (GD)* bastante sofisticado e disponível gratuitamente a partir do endereço <http://www.matematica.br/igeom>. O segundo é ainda um protótipo que simula um computador simplificado, contendo também um pequeno compilador para uma linguagem semelhante à *C*.

O primeiro protótipo do *SAW*, utilizou o *iGeom* em uma disciplina obrigatória para os alunos de licenciatura no Instituto de Matemática e Estatística da USP em 2004. Nesta disciplina, Noções de Ensino de Matemática usando o Computador (MAC118), todas as aulas são em laboratório, em geral com dois alunos por micro. As experiências realizadas em MAC118 têm sido as principais motivações para o desenvolvimento do *SAW*.

3.1. Estrutura do SAW

Uma das principais características do *SAW* e que o diferencia dos *SGC* citados anteriormente, é a possibilidade de incorporar *MAs* na forma de *applets*. A idéia é que estes *applets* estejam relacionados com os tópicos (conteúdos) envolvidos no curso e que incrementalmente a interatividade com o aluno.

No *SAW* o conteúdo relativo a cursos está dividido em seis diferentes tipos de componentes: *cursos*, *aulas*, *tópicos*, *exercícios*, *textos* e *exemplos*. Estes componentes estão agrupados em 4 níveis: curso está no nível 1, aula no nível 2, tópico no nível 3 e no nível 4 estão exercícios, exemplos e textos. Um componente do nível $i < 4$ é composto por um conjunto de componentes do nível $i + 1$ (ou $(i + 2)$ no caso de aula sem tópicos), podendo haver dependência entre os componentes, ou seja, para que o aluno possa fazer um exercício e_i , que depende de um texto t_j e de um exercício e_k , precisará antes ler o texto t_j e resolver o exercício e_k (*pré-requisitos*). A figura 1 mostra um exemplo de relação de dependência entre componentes do *SAW*. O armazenamento do conteúdo em componentes visa facilitar o reuso permitindo, por exemplo, que uma determinada aula cadastrada no sistema possa fazer parte de diferentes cursos.

Todo componente criado por um professor passa por um *período de teste*, durante o qual somente o autor pode utilizá-lo e/ou alterá-lo. Este período é determinado pelo autor do componente e ao final dele o componente não mais poderá ser alterado. A razão disso é evitar problemas de *integridade* do curso: evita-se que diferentes alunos utilizem versões distintas de um mesmo componente, numa mesma turma/curso. Isso pode ser

grave se o componente for um exercício e tiver nota de avaliação associada.

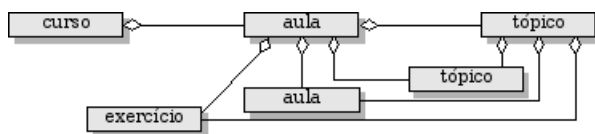


Figure 1. Criação e uso de um exercício.

A autoria de exercícios no *SAW* pode ser feita de forma *on-line* ou *off-line*, dependendo dos recursos oferecidos pelo MA (*applet*). Na primeira forma o usuário/professor desenvolve seu exemplo/exercício diretamente no MA incorporado ao sistema. Na forma *off-line* ele apenas envia (*upload*) seu arquivo previamente desenvolvido.

Todo exercício realizado pelo aluno é armazenado em um banco de dados para que o professor possa verificar posteriormente a construção do aluno. Por exemplo, o *iGeom* ao identificar uma solução como incorreta envia ao *SAW* a construção do aluno em uma configuração que facilita a visualização do erro (contra-exemplo). Assim o professor pode verificar as construções dos alunos e fazer eventuais alterações no *status* do exercício de algum aluno [Isotani and Brandão 2004].

3.1.1. Recursos

Atualmente os principais recursos do *SAW* são: editor de texto e fórmulas, dicionário, fórum de discussão, envio de trabalhos, área para *download* comunitária, notas de aproveitamento e gerenciamento de aulas/exercícios/textos com dependência. Cada um deles será descrita a seguir.

1. **Editor de textos.** O *editor de texto* foi desenvolvido principalmente para facilitar a comunicação com textos matemáticos (com fórmulas). O editor permite também a apresentação de imagens, *links* e exemplos/exercícios com o MA. As fórmulas são geradas a partir do editor \LaTeX . Na figura 2 temos a interface do editor.
2. **Dicionário.** O *dicionário* é composto por textos hipermídias, utilizando o *editor de textos* acima citado. As permissões são diferentes para cada um dos atores no *SAW*:
 - o administrador cadastra *tópicos* relativos aos cursos no sistema¹;
 - o professor cria o dicionário, libera vocábulos dos alunos (para que todos possam vê-los) e *publica* o dicionário com os vocábulos já liberados;
 - cada aluno pode criar um ou mais vocábulos pertencentes ao dicionário de sua turma, além de encaminhar comentários sobre vocábulos já liberados pelo professor. Cada vocábulo deve estar associado ao menos a um tópico.

A arquitetura do dicionário esquematizada na figura 3.

¹Por exemplo, em Geometria, alguns tópicos poderiam ser “trigonometria”, “pontos notáveis num triângulo” e “polígonos regulares”.

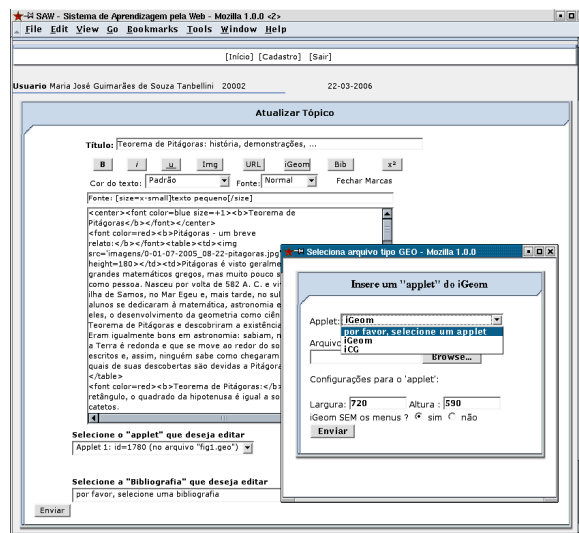


Figure 2. Ferramenta para edição de textos.

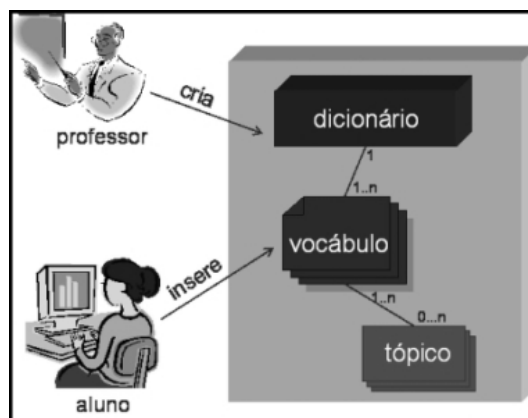


Figure 3. Arquitetura do dicionário.

3. **Fórum de discussão.** O fórum implementado no SAW é um projeto internacional de código aberto, independente do SAW, o *phpBB*². O *phpBB* é baseado na linguagem *PHP* e distribuído sob a licença *GPL*. Possui painel de controle onde é possível administrar todo o fórum, inclusive sua parte gráfica de uma forma descomplicada.

Foram feitas algumas alterações no código do *phpBB* para que este pudesse ser incorporado ao SAW. Também acrescentamos ao *phpBB* o recurso de edição de fórmulas matemáticas, baseado no *L^AT_EX*.

4. **Envio de trabalhos.** O SAW possui uma área onde o professor pode colocar o enunciado de trabalhos (usando a ferramenta de *editor de texto*) e o aluno pode

²<http://www.phpbb.com>

encaminhar um arquivo com seu trabalho (*upload* do mesmo).

5. **Área para download.** Nesta área podem ser disponibilizadas informações e arquivos em duas formas: na forma de *cronograma de aula* ou na forma de área comum para *troca de arquivos* entre os alunos. Na primeira forma só o professor pode disponibilizar informações (como data e descrição da aula) e arquivos.
6. **Notas.** O professor pode atribuir pesos distintos a cada uma das possíveis notas no SAW, como de trabalhos, aulas e exercícios. Em cada bloco de mesmo tipo de notas é possível definir uma como “substitutiva” (esta substituirá a menor das notas do bloco). Um aluno só tem acesso a sua nota.
7. **Gerenciamento de componentes com pré-requisito.** Este recurso depende inteiramente do módulo de aprendizagem (MA), só sendo possível usufruir dele quando o MA tiver um avaliador automático e permitir comunicação com o SAW. Com ele é possível definir dependência entre alguns dos componentes, de modo que um componente c_i possa depender (para ser visualizado) dos componentes $c_{i_1}, c_{i_2}, \dots, c_{i_{k_1}}$. Por exemplo, uma aula c_1 pode ter como pré-requisito as aulas c_2 e c_3 , sendo necessário que o aluno resolva corretamente (de acordo com a avaliação do MA) ao menos 3 exercícios de c_2 e 4 exercícios de c_3 . Além disso, dentro de uma mesma aula pode-se definir pré-requisitos entre os exercícios ou tópicos que a compoñha.

3.2. Os usuários

Os usuários do SAW podem desempenhar quatro diferentes papéis: administrador, professor, monitor e aluno.

1. **Administrador.** Um usuário no papel de administrador tem à sua disposição as seguintes funcionalidades:
 - (a) Inserir/remover *módulos de aprendizagem (applets)* no sistema;
 - (b) Inserir ou alterar dados de qualquer outro usuário;
 - (c) Cadastrar cursos e turmas (de curso), além de definir os professores responsáveis pelas turmas;
 - (d) É o único que possui permissão para excluir de fato algo da base de dados.
2. **Professor.** Algumas das funcionalidades à disposição de usuário no papel de professor são:
 - (a) Criar ou modificar os componentes de conteúdo (cursos, aulas, tópicos, exercícios, textos e exemplos), podendo definir eventuais pré-requisitos.
 - (b) Definir o intervalo de tempo que cada componente fica disponível;
 - (c) Escolher algumas características do sistema como: forma de apresentação e acesso do aluno ao resultado da avaliação de exercícios;
 - (d) Definir e agendar tarefas para os alunos, onde tarefas podem ser trabalhos, textos ou exercícios;
 - (e) Acessar relatórios sobre atividades desenvolvidas pelos alunos.
 - (f) Disponibilizar materiais de apoio para *download*.
 - (g) Criar dicionários, liberar vocábulos dos alunos e publicar o dicionário.

3. **Monitor.** As funcionalidades disponíveis para um usuário no papel de monitor são definidas pelo professor, sendo limitadas àquelas que próprio professor tem a sua disposição.
4. **Aluno.** O papel do aluno é o que dispõe de menos funcionalidades, entretanto ele é o personagem central no sentido dos outros existirem para propiciar-lhe um melhor aproveitamento no curso.

Ao entrar o sistema o aluno tem a sua disposição a lista de turmas em que está matriculado, figura 4. A principal funcionalidade para o aluno é a possibilidade de resolução de exercícios (dentro de aulas ou tópicos). A figura 5 apresenta a interface do SAW com um exercício no MA *iGeom*.

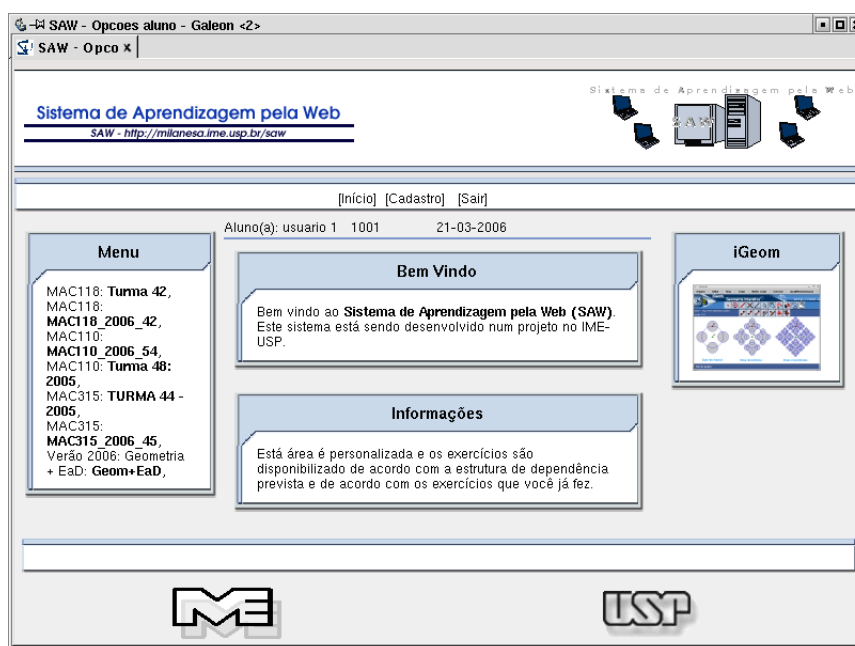


Figure 4. Tela inicial do SAW para o usuário aluno.

4. Estudos de caso

Entre 2004 e janeiro de 2006 foram conduzidos vários estudos de caso com SAW, considerando públicos distintos: alunos do ensino médio da escola *Lourenço Castanho*³ graduandos no IME-USP e professores de matemática do ensino médio.

Destacaremos aqui os estudos com o *iGeom* na disciplina MAC118, que é de terceiro semestre para licenciandos de matemática do IME. A partir desses estudos, percebemos que o uso da GD reforçava um engano sobre o que seria uma *demonstração matemática*: o uso frequente do *iGeom* em exercícios de geometria levou a maioria dos alunos a acreditar que um exemplo em que é verificada uma propriedade constitui uma

³Escola da rede privada na cidade de São Paulo.

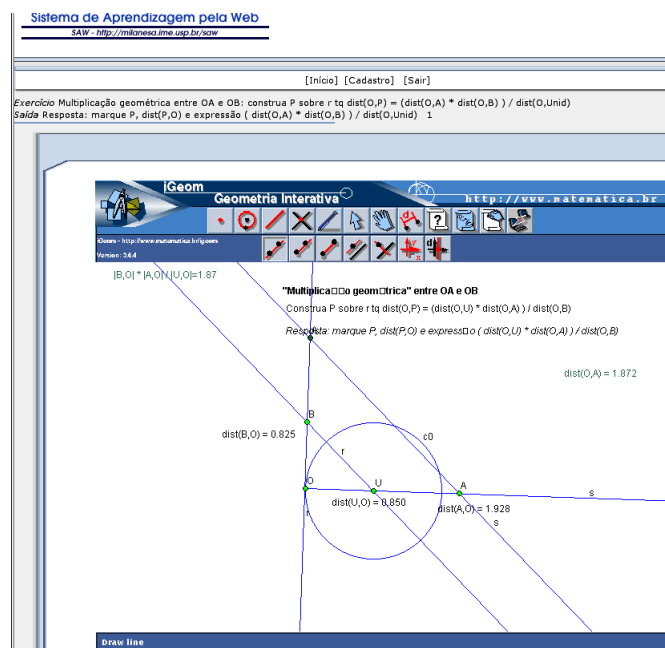


Figure 5. Resolução de um exercício no SAW utilizando o plug-in iGeom.

demonstração. Este engano é reforçado pela estrutura dinâmica de uma construção na GD: pode-se mover os objetos e com isso, argumentaram alguns alunos, verificaria-se a propriedade em todos os casos.

Como este aluno deverá ser um professor de matemática, percebemos a necessidade explorar o formalismo matemático para “contrabalançar” as experimentações com a GD. Para isso incorporamos um novo recurso ao SAW que possibilita a inserção de fórmulas matemáticas em textos. A partir desse *editor de fórmulas* ainda desenvolvemos outro novo recurso, um construtor de *dicionários cooperativos*, semelhante a uma *Wikipedia* [Aronsson 2002]: todo aluno pode colaborar com textos de sua autoria e comentar textos dos colegas.

Na aplicação que fizemos em MAC118-2005, o objetivo foi produzir um *dicionário interativo de geometria*. A figura 6 apresenta um exemplo de publicação produzido na disciplina MAC118. Na turma que analisamos, com 49 alunos participantes, foram enviados 170 vocábulos. A figura 7, mostra uma parte de um vocábulo criado por um aluno.

A partir do uso do *SAW+iGeom* constatamos que:

- Foi possível utilizar um número muito maior de exercícios, conseguindo-se uma participação mais efetiva dos alunos. Na última vez em que a disciplina foi ministrada sem o *SAW+iGeom*, foram aplicados aproximadamente de 20 exercícios ao longo do semestre, enquanto que após sua introdução foi possível aplicar mais de 70 exercícios.



Figure 6. Interface do SAW com uma publicação de dicionário.

- Houve uma participação muito mais efetiva dos alunos e uma maior facilidade para o professor acompanhar o desenvolvimento dos alunos.

5. Conclusão

Neste trabalho apresentamos o SAW e alguns de seus novos recursos, como *editor de texto com fórmulas* e o *dicionário*. Discutimos algumas aplicações deste tipo de sistema e as motivações que apontaram a necessidade destes recursos.

O uso do SAW+iGeom em laboratório resultou num envolvimento muito maior dos alunos. Enquanto em semestres anteriores ao uso do SAW poucos alunos apresentavam sugestões sobre a resolução dos exercícios, com SAW+iGeom mais alunos passaram a fazê-lo e todos eles encaminharam, durante a aula, soluções para os exercícios (ao menos para metade dos propostos). Numa primeira aula de MAC118, onde foram apresentados 10 exercícios com o objetivo dos alunos descobrirem como funcionava o iGeom e realizar construções básicas com o mesmo, dentre os presentes, apenas 2 alunos não encaminharam soluções corretas para cada um dos 10 exercícios.

Existem duas direções para estender este trabalho. Numa delas, relativa à desenvolvimento de sistemas, é incorporar o módulo de gerenciamento de exercícios do SAW a um sistema de código aberto como o Moodle. Noutra direção, da aprendizagem, existem várias questões interessantes a serem investigadas, por exemplo, analisar diferenças de aprendizagem ao migrar da geometria dinâmica para a régua-e-compasso e vice-versa.

References

Aronsson, L. (2002). Operation of a large scale, general purpose wiki website: Experience from susning.nu's first nine months in service. <http://aronsson.se/wikipaper.html>.

Sistema de Aprendizagem pela Web
SAW <http://mlincoisica.ime.usp.br/saw/>

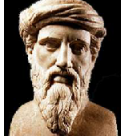
[Início] [Cadastro] [Sair]

Ítulo: Teorema de Pitágoras: história, demonstrações, ... (Dicionário: "Dicionário Interativo de Geometria")

Teorema de Pitágoras: história, demonstrações, ... (Dicionário: "Dicionário Interativo de Geometria")

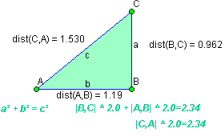
Teorema de Pitágoras

Pitágoras - um breve relato:



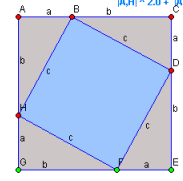
Pitágoras é visto geralmente como o primeiro dos grandes matemáticos gregos, mas muito pouco se sabe a seu respeito como pessoa. Nasceu por volta de 582 A. C. e viveu primeiramente, na ilha de Samos, no Mar Egeu e, mais tarde, no sul da Itália. Pitágoras e seus alunos se dedicaram à matemática, astronomia e filosofia. Atribui-se a eles, o desenvolvimento da geometria como ciência: demonstraram o Teorema de Pitágoras e descobriram a existência de números irracionais. Eram igualmente bons em astronomia: sabiam, no sexto século A. C., que a Terra é redonda e que se move ao redor do sol. Não deixaram trabalhos escritos e, assim, ninguém sabe como chegaram a estas conclusões ou quais de suas descobertas são devidas a Pitágoras, pessoalmente.

Teorema de Pitágoras: Em um triângulo retângulo, o quadrado da hipotenusa é igual a soma dos quadrados dos catetos.



dist(C,A) = 1.530
dist(B,C) = 0.962
dist(A,B) = 1.19
 $a^2 + b^2 = c^2$
 $|B,C|^2 \cdot 2,0 + |A,B|^2 \cdot 2,0 = 2,34$
 $|C,A|^2 \cdot 2,0 = 2,34$

Triângulo retângulo: Teorema de Pitágoras



Pitágoras: demonstração via congruência entre áreas
 $|A,H|^2 \cdot 2,0 + |B,I|^2 \cdot 2,0 = 1,97$
 $|A,B|^2 = 0,678$
 $dist(A,H) = 1,231$
 $dist(B,I) = 1,406$
 $|A,B|^2 \cdot 2,0 = 0,46$
 $|A,H|^2 \cdot 2,0 = 1,51$
 $|B,I|^2 \cdot 2,0 = 1,97$

T.P.: demonstração via decomposição em áreas

Demonstração: Em primeiro lugar tomamos um quadrado com lados de comprimentos $a + b$. No quadrado, traçamos quatro triângulos retângulos com catetos a e b .

- 1) Por LAL, cada um destes quatro triângulos é congruente ao triângulo dado acima. Portanto, todos eles têm hipotenusas iguais a c , como se vê na construção 2.
- 2) O quadrilátero formado pelas quatro hipotenusas é um quadrado. Na notação da figura temos: $\angle BHA + \angle GHF = 0^\circ$, pois os ângulos agudos de um triângulo retângulo são complementares. Como $\angle BHA + \angle GHF + \angle BHF = 180^\circ$, segue-se que $\angle BHF = 90^\circ$. Da mesma forma, para os outros ângulos de nosso quadrilátero.
- 3) Pelo postulado de adição de áreas, a área do quadrado maior é igual à área do quadrado menor mais a soma das áreas dos quatro triângulos congruentes. Então temos:
 $(a+b)^2 = c^2 + 4 \cdot \frac{ab}{2} \Rightarrow a^2 + 2ab + b^2 = c^2 + 2ab \Rightarrow a^2 + b^2 = c^2$ **c.q.d.**
 Cique em qualquer dos pontos verdes, e observe. Verifique que a relação do Teorema de Pitágoras se mantém.

Figure 7. Um vocábulo do Dicionário Interativo de Geometria de um aluno de MAC118.

Brusilovsky, P. (2000). Adaptive hypermedia: From intelligent tutoring systems to web-based. pages 1–7.

Fuks, H., Gerosa, M., Raposo, A., and Lucena, C. (2004). O modelo de colaboração 3c no ambiente aulanet. *Informática na Educação: Teoria e Prática*, 7(1):25–48.

Goldberg, M. W. and Salari, S. (1997). An update on webct (world-wide-web course tools) - a tool for the creation of sophisticated web-based learning environments.

Litto, F. M., Filatro, A., and André, C. (2004). Brazilian research on distance learning, 1999-2003: A state-of-the art study. In *Proceedings of International Congress of Distance Education*, <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/pdf/180-TC-D4.pdf>.

Moodle, D. G. (2004). Moodle - a free, open source course management system for online learning.

Rocha, H. V. d. (2002). Projeto teleduc: Pesquisa e desenvolvimento de tecnologia para educação à distância.

Isotani, S., Brandão, L. O. (2004). Ferramenta de avaliação automática no igeom. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pp. 328337.