

Plataforma de Ensino Siena: refletindo sobre a utilização das TIC no processo de ensino e aprendizagem

Firma Invitada: Claudia Lisete Oliveira Groenwald

Conferencia dictada en el VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática.
 Septiembre 2013. Montevideo, Uruguay

<p>Resumo</p>	<p>Apresenta-se um recorte da pesquisa Inovando o Currículo de Matemática através da Incorporação das Tecnologias, do Grupo de Estudos Curriculares de Educação Matemática, da Universidade Luterana do Brasil, em convênio com o Grupo de Tecnologias Educativas, da Universidade de La Laguna, Espanha. O convênio apresenta como um dos resultados o desenvolvimento do Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA), que é um sistema inteligente para apoio ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo qualquer. O SIENA foi desenvolvido através de uma variação dos tradicionais mapas conceituais permitindo a planificação do ensino e da aprendizagem de um tema específico. Palabras clave: Educação Matemática. SIENA. Tecnologias da Informação e Comunicação.</p>
<p>Abstract</p>	<p>We present a larger survey of Mathematics Curriculum Innovating through the Incorporation of Technology, Group Mathematics Education Curriculum Studies of the Lutheran University of Brazil, in partnership with the Educational Technologies Group, University of La Laguna, Spain. The agreement comes as one of the results of the Integrated Development of Teaching and Learning (SIENA), which is an intelligent system to support the development of teaching and learning process of different content. SIENA was developed through a variation on traditional planning concept maps allowing the teaching and learning of a specific subject. Keywords: Mathematics Education, SIENA, Information and Communication Technologies</p>
<p>Resumen</p>	<p>Se presenta un recorte de la investigación Innovando el Currículo de Matemática a través de la Incorporación de las Tecnologías, del Grupo de Estudios Curriculares de Educación Matemática, de la Universidad Luterana de Brasil, en convenio con el Grupo de Tecnologías Educativas, de la Universidad de La Laguna, España. El convenio presenta como uno de los resultados el desarrollo del Sistema Integrado de Enseñanza y Aprendizaje (SIENA), que es un sistema inteligente para apoyar el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje de distintos contenidos. SIENA fue desarrollado a través de una variación de los tradicionales mapas conceptuales permitiendo la planificación de la enseñanza y del aprendizaje de un tema específico. Palavras-chave Educación matemática, SIENA, Teconologías de información y comunicación.</p>

1. Introducción

Esta conferência apresentará um recorte da pesquisa *Inovando o Currículo de Matemática através da Incorporação das Novas Tecnologias*, do Grupo de Estudos Curriculares de Educação Matemática (GECM), da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), em Canoas, Brasil, em convênio com o Grupo de Tecnologias Educativas, da Universidade de La Laguna (ULL), em Tenerife, Espanha. O referido convênio de colaboração científica apresenta como um dos resultados o desenvolvimento do Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA), que é um sistema inteligente para apoio ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo qualquer.

Segundo Grossi (2008 apud Groenwald et al, 2009) os educadores têm como desafio, descobrir maneiras diferentes de ensinar a mesma coisa, pois os estudantes têm ritmos e históricos variados, além disso, o sistema educacional, historicamente, é projetado igualmente para todos os estudantes, de forma que o aluno deve adaptar-se em um contexto educacional definido. Para este autor, o professor além de questionar a abordagem do conteúdo, deve despertar a curiosidade do educando e demonstrar sua utilização em diferentes situações da vida real. Assim um dos desafios que os professores encontram, em sala de aula, é a identificação das dificuldades individuais dos alunos.

Nesse sentido, o uso de recursos informáticos pode influenciar benéficamente quando utilizados como suporte ao trabalho docente, contribuindo na agilização das tarefas dos mesmos, como fonte de informação do conhecimento real dos alunos, ou na utilização de sistemas inteligentes que auxiliem o professor na sua docência (Groenwald e Moreno, 2006).

Kampff et al. (2004), afirmam que em uma sociedade de bases tecnológicas, com mudanças contínuas, não é mais possível desprezar o potencial pedagógico que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) apresentam quando incorporadas à educação. Assim, o computador é um instrumento pertinente no processo de ensino e aprendizagem, cabendo à escola utilizá-lo de forma coerente com uma proposta pedagógica atual e comprometida com uma aprendizagem significativa.

Nesta perspectiva, o Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA) organizado pelo grupo de Tecnologias Educativas da ULL juntamente com o GECM, da ULBRA, é um sistema inteligente que conforme Groenwald e Moreno (2006, p.26) é:

capaz de comunicar informações sobre o conhecimento dos alunos em determinado tema, tem o objetivo de auxiliar no processo de recuperação de conteúdos matemáticos, utilizando a combinação de mapas conceituais e testes adaptativos.

Ainda segundo Groenwald e Moreno (2006), este sistema irá permitir ao professor uma análise do nível de conhecimentos prévios de cada aluno, e possibilitará um planejamento de ensino de acordo com a realidade dos alunos podendo proporcionar uma aprendizagem significativa.

O processo informático permite gerar um mapa individualizado das dificuldades dos alunos, o qual estará ligado a um hipertexto, que servirá para recuperar as dificuldades que cada aluno apresenta no conteúdo desenvolvido, auxiliando no

processo de avaliação.

2. SIENA. Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem

O SIENA foi desenvolvido através de uma variação dos tradicionais mapas conceituais, sendo denominado de Grafo Instrucional Conceitual Pedagógico - PCIG (*Pedagogical Concept Instructional Graph*), que permite a planificação do ensino e da aprendizagem de um tema específico. O PCIG não ordena os conceitos segundo relações arbitrárias, os conceitos são colocados de acordo com a ordem lógica em que devem ser apresentados ao aluno. Portanto, o PCIG deve ser desenvolvido segundo relações do tipo “o conceito A deve ser ensinado antes do conceito B”, começando pelos nodos dos conceitos prévios, seguindo para os conceitos fundamentais, até atingir os nodos objetivos.

O grafo está ligado a um teste adaptativo que gera o mapa individualizado das dificuldades do estudante. Cada nodo do grafo contém uma sequência didática para conceito avaliado no teste, conforme a figura 1.

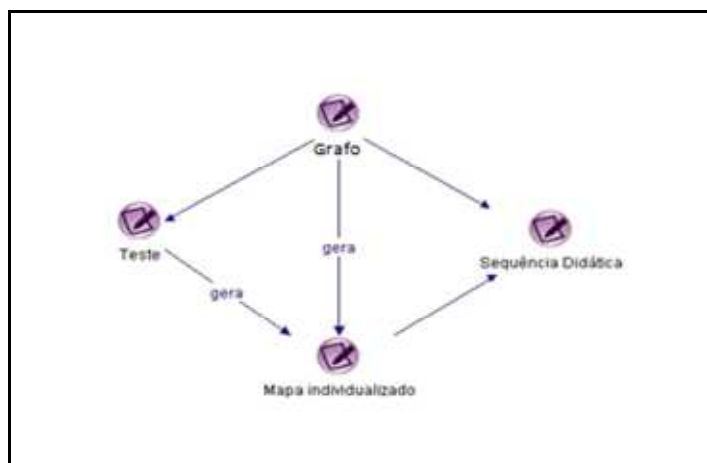


Figura 1. Esquema do Sistema SIENA

Fonte: SIENA

Um Teste Adaptativo Informatizado (TAI) é administrado pelo computador, que procura ajustar as questões do teste ao nível de habilidade do aluno. Segundo Costa (2009) um TAI procura encontrar um teste ótimo para cada estudante, para isso, a proficiência do indivíduo é estimada interativamente durante a administração do teste e, assim, só são selecionados os itens que mensurem eficientemente a proficiência do examinado. O teste adaptativo tem por finalidade administrar questões de um banco de questões previamente calibradas, que correspondam ao nível de capacidade do examinando. Como cada questão apresentada a um indivíduo é adequada à sua habilidade, nenhuma questão do teste é irrelevante (Sands & Waters, 1997).

Ao contrário dos testes de papel e caneta, cada estudante recebe um teste com questões diferentes e tamanhos variados, produzindo uma medição mais precisa da proficiência e com uma redução, do tamanho do teste, em torno de 50% (Wainer, 2000).

No SIENA o teste adaptativo é realizado em cada nodo do grafo o qual está baseado nas Redes Bayesianas (Bayes) devendo ser cadastradas perguntas que irão compor o banco de questões dos mesmos, com o objetivo de avaliar o grau de

conhecimento que o aluno possui de cada conceito. As perguntas são de múltiplas escolhas, classificadas em três ou mais níveis de dificuldades (fáceis, médias e difíceis), sendo necessário definir, para cada pergunta: o grau de sua relação com o conceito; o grau de sua dificuldade; a resposta verdadeira; a possibilidade de responder a pergunta considerando exclusivamente sorte ou azar; a estimativa do conhecimento prévio do aluno sobre esse conceito; tempo de resposta (em segundos) para o aluno responder à pergunta. O teste adaptativo estima o grau de conhecimento do aluno para cada conceito, de acordo com as respostas do estudante. Para isso o teste adaptativo vai lançando perguntas aleatórias ao aluno, com um nível de dificuldade de acordo com as respostas do estudante, se o aluno vai respondendo corretamente, o sistema vai aumentando o grau de dificuldade das perguntas, e ao contrário, se a partir de determinado momento o aluno não responde corretamente, o sistema diminui o nível de dificuldade da pergunta seguinte. A próxima pergunta é escolhida entre as questões restantes, cadastradas no nodo, é aquela que maximiza uma função objetivo (f):

$$A = \frac{[M \times (\text{dificuldade} - \text{dificuldade da pergunta já respondida}) \times \text{valor que já possui}]}{[\text{dificuldade} \times \text{valor} + (1 - \text{valor}) \times \text{adivinhação}]}$$

Onde:

M = 1 se a questão é correta e -1 se a questão foi respondida incorretamente.

A = 1 - A, se A > 0

f = 0,5 x A + 0,5 x relação com o nodo.

A ferramenta informática parte dos conceitos prévios, definidos no grafo, e começa a avaliá-los, progredindo sempre que o aluno consegue uma nota superior ao estipulado, pelo professor, no teste. Quando um conceito não é superado o sistema não prossegue avaliando por esse ramo de conceitos do grafo, pois se entende que esse é necessário para a compreensão do seguinte, abrindo para o estudante a possibilidade de realizar a sua recuperação. É importante dizer que o sistema poderá prosseguir por outras ramificações do grafo.

O desempenho do aluno é calculado a partir da fórmula de Bayes:

$$\frac{D \times P}{D \times P + (1 - P) \times L}$$

que liga o conhecimento a posteriori (depois de responder uma pergunta) com o conhecimento a priori (antes de responder a pergunta) e os parâmetros já mencionados de dificuldade e adivinhação, onde: D é a dificuldade da pergunta; L é o nível de adivinhação da pergunta; P é a nota da pergunta anterior. O sistema dispõe de um mecanismo de parada, quando já não pode obter uma maior estimativa sobre o grau de conhecimento de um conceito, ou quando não existam mais perguntas no banco de questões.

O sistema mostrará, através do seu banco de dados, quais foram as perguntas realizadas, quais foram respondidas corretamente e qual a estimativa sobre o grau de conhecimento de cada conceito, conforme o exemplo apresentado na figura seguinte:



Respuesta	Respuesta correcta	Tiempo (antes de que se acabe)	Pregunta	Puntos antes
1	true	49	Qual é o número que está representado no abaco?	0,200
1	true	49	Qual é o número que está representado no abaco?	0,200
4	false	131	Se agrupamos sessenta e cinco unidades em grupos de dez, teremos no total?	0,281
2	false	128	Que número está representado no QVL?	0,281
2	false	128	Que número está representado no QVL?	0,281
4	false	130	Qual é número representado no abaco?	0,281

Figura 2. Exemplo do banco de dados de um teste adaptativo de um nodo
Fonte: SIENA.

O sistema possui duas opções de uso: a primeira serve para o aluno estudar os conteúdos dos nodos do PCIG e realizar o teste, para verificar quais são seus conhecimentos sobre determinados conteúdos; a segunda opção oportuniza, ao aluno, realizar o teste e estudar os conceitos nos quais apresentou dificuldades, sendo possível uma recuperação individualizada dos conteúdos nos quais não conseguiu superar a média estipulada como necessária para avançar. Todos os nodos do PCIG estão ligados a uma sequência didática que possibilita ao aluno estudar os conceitos ou realizar a recuperação dos nodos em que apresenta dificuldades.

3. Experimento de Ensino

Relata-se um experimento com a aplicação das atividades desenvolvidas em uma escola municipal de Sapucaia do Sul/RS, com 10 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, com média de idade de 14 anos. Com 5 encontros de 2 horas aulas, totalizando 10 horas aula, em horário extraclasse. O tema escolhido foi “Estatística e Meio Ambiente”, conforme recomendação dos PCN (BRASIL, 1997) e que não estava sendo trabalhado com os alunos dessa escola.

O objetivo foi o de desenvolver uma sequência didática com os conceitos iniciais de Estatística, com atividades ligadas ao tema transversal Meio Ambiente, utilizando o laboratório de informática da escola.

O cenário de investigação do experimento, na plataforma SIENA, foi desenvolvido com as seguintes ações:

- grafo dos conceitos a ser trabalhado com Estatística, composto por 5 nodos onde estão incluídos os conceitos de introdução à Estatística, Tabelas, Gráficos, Medidas de Tendência Central e Resolução de problemas, conforme a figura 3;
- teste adaptativo para cada nodo do grafo, no qual foram desenvolvidas 30 questões para cada nodo do grafo, sendo 10 fáceis, 10 médias e 10 difíceis;
- sequência didática para cada nodo do grafo, utilizando como base as orientações estabelecidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), referentes ao tema.

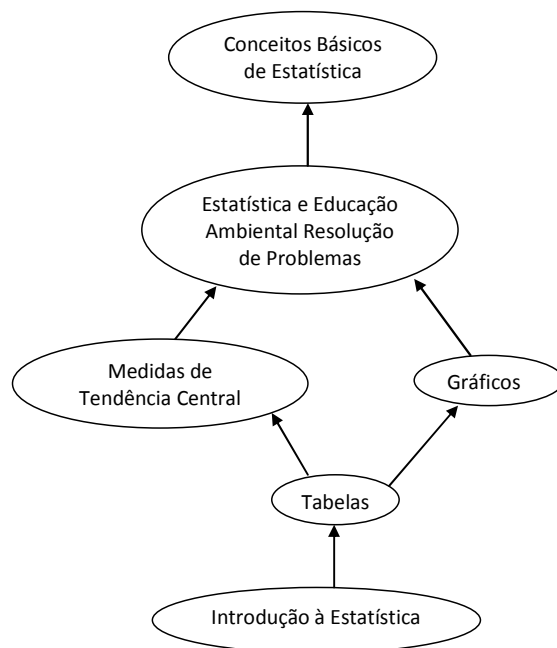


Figura 3. Grafo com os conceitos de Estatística
Fonte: SIENA

A seguir, na figura 4, apresenta-se três questões dos testes, uma questão fácil, uma média e uma difícil do nodo de “Introdução a Estatística”.

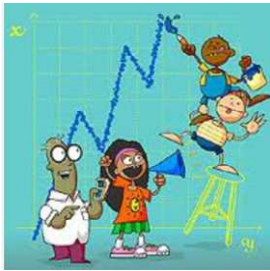

Questão de nível fácil	Questão de nível medio	Questão de nível difícil
 <p>Assinale a alternativa que contém os objetivos da Estatística:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Resumir dados para realizar pesquisas.b) Apenas interpretar dados.c) Obter, organizar e analisar dados, determinar as correlações que apresentam.d) Apenas coletar dados.e) Criar tabelas e gráficos.	 <p>Pesquisadores do Instituto Amigos do Urso têm estudado o desenvolvimento de ursos marrons selvagens que vivem em uma certa floresta do Canadá. O objetivo do projeto é estudar algumas características dos ursos. A ficha de coleta de dados representada na figura mostra as características estudadas. De acordo com os dados da ficha de estudos, podemos classificar como variáveis qualitativas:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Idade e alturab) Sexo e pesoc) Altura e pesod) Sexo e mês de observaçãoe) Mês da observação e peso	 <p>A Usina Termelétrica de Candiota II despeja na atmosfera, diariamente, cerca de 45 toneladas de enxofre. Cada 100 toneladas de carvão que são queimadas para a geração de energia elétrica, produzem uma tonelada de enxofre. Assinale a alternativa que contém o tipo de Estatística utilizado nesta informação:</p> <ul style="list-style-type: none">a) Estatística da Populaçãob) Estatística da Amostrac) Estatística Descritivad) Estatística Inferenciale) Estatística Grupal

Figura 4. Exemplos de questões do teste Introdução aos conceitos de Estatística
Fonte: SIENA

Nas sequências didáticas foram utilizados os seguintes recursos informáticos:

- Editor de apresentação gráfica (o editor utilizado nas sequências didáticas foi o Power Point da Microsoft, salvo em HTML);
- Atividades lúdicas desenvolvidas no aplicativo JClic¹;
- Jogos online;
- Sites informativos.

Em cada nodo do grafo há uma porta de entrada, com os *links* de cada atividade, que permite aos alunos estudarem conforme suas preferências, ou seguirem a ordem indicada, conforme se apresenta na figura 5, com os conceitos de Gráficos.

Estatística e Educação Ambiental

Gráficos

Clique no círculo 1 para iniciar o estudo. Depois siga ordem até terminar.

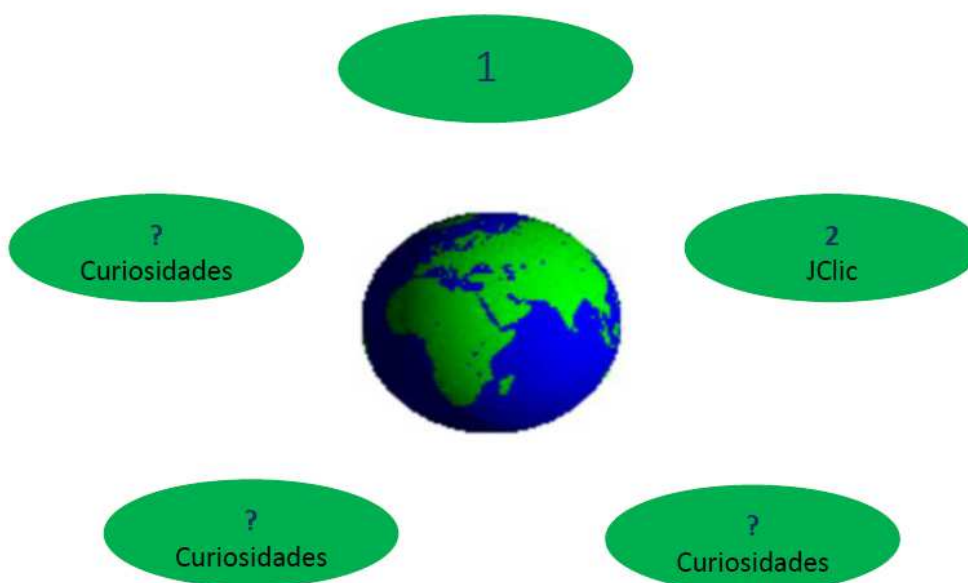


Figura 5. Porta de entrada de gráficos

Fonte: SIENA

A figura 6 mostra a apresentação, em HTML, do conceito de Tabelas.

¹ JClic é um programa para a criação, realização e avaliação de atividades educativas multimídia, desenvolvido na plataforma Java, estas atividades podem ser textuais ou utilizar recursos gráficos, podendo incorporar também sons, animações ou sequências de vídeos digitais, esse *software* permite criar projetos que são formados por um conjunto de atividades com uma determinada sequência, que indica a ordem em que irão ser mostradas.

Panel 1 (Top Left): A teacher asks, "Que pesquisa?" and explains, "A da professora de Matemática, sobre quantos alunos reciclam lixo em suas residências e quantos não reciclam."

Panel 2 (Top Middle): The student asks, "O que você está fazendo?" and the teacher replies, "Organizando em TABELAS os dados de uma pesquisa que estou realizando."

Panel 3 (Top Right): The student asks, "Nossa!!! E como você organizou esses resultados?" and the teacher says, "O resultado mostrou que 26 alunos reciclam o lixo em suas residências e 14 alunos não reciclam."

Panel 4 (Second Row, Left): The student says, "Bom Trabalho Garoto!" and the teacher explains, "Primeiro eu dei um título para a tabela. Após escrevi em cada coluna o tipo de informação que ela contém e para finalizar preenchi colunas com as informações(dados) coletados."

Panel 5 (Second Row, Middle): A table titled "Tabela 1. Número de Alunos que reciclam o lixo de sua residência" is shown. Below it, the student says, "Organizei os dados da seguinte maneira:"

Reciclagem	Frequência	Taxa percentual
Alunos que reciclam o lixo de suas residências	26	65%
Alunos que não reciclam o lixo de suas residências	14	35%
Total	40	100%

Panel 6 (Second Row, Right): The student asks, "Frequência??? Taxa Percentual??? O que é isso???"

Panel 7 (Third Row, Left): The student says, "Hum... Quero ver..." and the teacher replies, "Ah! A professora me ensinou. Veja:"

Panel 8 (Third Row, Middle): A student explains, "Frequência refere-se ao número de alunos que escolheram determinada situação, neste caso, reciclar ou não reciclar." and the teacher explains, "Taxa Percentual refere-se ao número de alunos em cada situação em relação ao número total de alunos."

Panel 9 (Third Row, Right): A teacher explains, "Tabelas de frequência são encontradas em jornais informativos (Zero Hora, Correio do Povo, entre outros), relatórios técnicos, monografias, dissertações, teses e revistas científicas. As tabelas de frequência simples apresentam de forma concisa o número de ocorrências (absoluta e relativa) dos valores de uma variável. Vejamos alguns Exemplos."

Panel 10 (Bottom Left): The student asks, "Hum... Se eu fosse dar um nome a essa tabela, seria... Reciclar ou não reciclar, eis a questão!" and the teacher replies, "Engraçadinha!!! Fazendo piadinha né?! O título tem que explicar muito bem o tipo de informação que ela contém!"

Panel 11 (Bottom Middle): A table titled "Tabela 1. Tempo de decomposição de alguns materiais jogados no lixo comum" is shown. Below it, the student says, "Exemplo 01"

MATERIAL	Tempo de Decomposição
Madeira Orgânica	de 3 a 6 meses
Papel	de 1 a 3 meses
Madeira	6 meses
Latas de aço	100 anos
Chiclete	5 anos
Embalagens longa-vida	até 100 anos
Plástico	até 400 anos
Latas de Alumínio	de 200 a 500 anos

Panel 12 (Bottom Right): A table titled "Tabela 2. Número de Alunos segundo a preferência esportiva" is shown. Below it, the student says, "Exemplo 02"

Esportes	Frequência	Taxa percentual
Voleibol	16	40%
Futebol	24	60%
Total	40	100%

Figura 6. Apresentação em HTML do conceito de Tabelas
 Fonte: SIENA

Um exemplo de atividade, no JClic, apresenta-se na Figura 7.

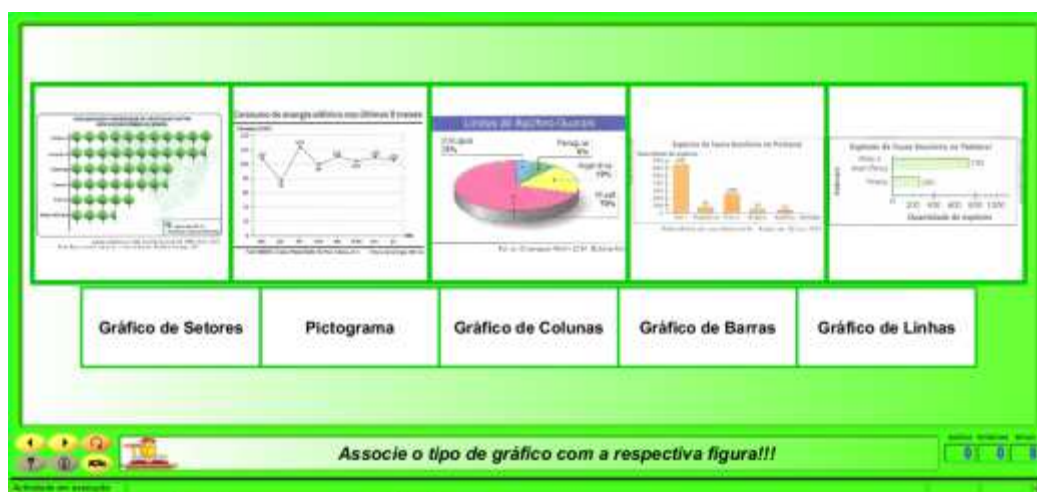


Figura 7. Exemplo de atividade de Gráficos no JClic
Fonte: SIENA

Análise dos Dados

No SIENA os alunos entraram em cada nodo e estudaram os conceitos na sequência desenvolvida e, depois dos estudos, realizaram o teste daquele nodo. Quando não obtiveram a nota mínima de 0,6 (em uma escala de 0,1 até 1) estudaram novamente e realizaram o teste novamente. Os trabalhos e testes foram realizados em duplas.

A Tabela 1 apresenta as notas dos testes realizados pelos alunos em cada nodo do grafo.

Tabela 1. Notas dos alunos nos Testes Adaptativos Informatizados

Nodos	1		2		3		4		5	
Alunos	Teste 1	Teste 2	Teste 1	Teste 2	Teste 1	Teste 2	Teste 1	Teste 2	Teste 1	Teste 2
Aluno 1	0,200	0,766	0,200	0,996	0,610	-----	0,143	0,974	0,143	0,978
Aluno 2	0,200	0,766	0,200	0,996	0,610	-----	0,143	0,974	0,143	0,978
Aluno 3	0,999	-----	0,200	0,686	0,998	-----	0,143	0,995	0,978	-----
Aluno 4	0,999	-----	0,200	0,686	0,998	-----	0,143	0,995	0,978	-----
Aluno 5	0,686	-----	0,997	-----	1	-----	0,143	0,996	0,143	-----
Aluno 6	0,686	-----	0,997	-----	1	-----	0,143	0,996	0,143	-----
Aluno 7	0,610	-----	0,200	0,996	0,942	-----	0,907	-----	0,143	0,947
Aluno 8	0,610	-----	0,200	0,996	0,942	-----	0,907	-----	0,143	0,947
Aluno 9	0,143	0,701	0,385	0,701	0,200	0,610	0,100	0,593	-----	-----
Aluno 10	0,143	0,701	0,385	0,701	0,200	0,610	0,100	0,593	-----	-----
Média	0,528		0,445		0,750		0,287		0,352	

Fonte: Banco de dados do SIENA

De acordo com as médias do teste 1, pode-se concluir que os alunos apresentaram dificuldades na construção de tabelas, na determinação das medidas de tendência central e na resolução de problemas. Na resolução de problemas apenas uma dupla conseguiu nota superior a 0,6 no primeiro teste. A leitura,

interpretação e construção de gráficos não apresentou problemas para os alunos participantes do projeto, a média nos testes foi de 0,750 e apenas uma dupla teve que realizar estudos de recuperação e realizar o segundo teste neste nodo. Os alunos, no nodo com os conceitos introdutórios de Estatística, também apresentaram um rendimento satisfatório.

Os testes realizados na plataforma SIENA, com a sequência desenvolvida, tiveram suas funcionalidades de acordo com o previsto: apresentou a sequência para estudos e depois apresentou os testes de acordo com a sequência dos nodos do grafo e quando não se obteve o desempenho esperado foi apresentada a sequência didática para a recuperação daquele conceito.

Todo o trabalho com o tema proposto está implementado na plataforma SIENA, no servidor do PPGEICIM (<http://siena.ulbra.br>), na ULBRA, onde foram validadas as funcionalidades de avaliação e apresentação da sequência.

Referências

- Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. (1997). Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília.
- Groenwald, C. L. O. Moreno, L. R. (2006). *Formação de Professores de Matemática: uma proposta de ensino com novas tecnologias*. Acta Scientiae, Canoas, v.8, n.2, jul./dez.
- Groenwald, C. L. O. et al. (2009). Sequência Didática com Análise Combinatória no Padrão SCORM. Bolema Rio Claro, ano22, n.34, p.27-56.
- Kampff, A. J. C.; Machado, J. C.; Cavedini, P..(2004). Novas Tecnologias e Educação Matemática. In: X Workshop de informática na escola e XXIII Congresso da Sociedade brasileira de computação, Bahia.
- Sands, William A.; WATERS, Brian K. Introduction to ASVAB and CAT. In: SANDS, William A.; WATERS, Brian K.; MCBRIDE, James R.(Eds.). (1997). Computerized adaptive testing: from inquiry to operation. Washington: American Psychological Association.
- Wainer, H. (2000). Computerized adaptive testing: a primer. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.