



## Incorporando as Tecnologias na sala de aula de Matemática<sup>1</sup>

Claudia Lisete Oliveira **Groenwald**  
Universidade Luterana do Brasil  
Brasil  
[claudiag@ulbra.br](mailto:claudiag@ulbra.br)

### Resumo

Esse artigo apresenta os resultados de uma pesquisa em convênio com a Universidade de La laguna (ULL), em Tenerife, na Espanha e a Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), em Canoas, Brasil. O tema dessa investigação é a Inovação do Currículo de Matemática através da Incorporação das Tecnologias da Informação e Comunicação, agregando dois grupos de pesquisa, o Grupo de Estudos Curriculares de Educação Matemática (GECEM) da ULBRA e o Grupo de Tecnologias Educativas da ULL. 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. Relata-se nessa conferência os resultados alcançados em diferentes experiências com o uso do SIENA e o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Salienta-se, também, o convênio com a HP Calculadoras que permite com seu equipamento o desenvolvimento das referidas pesquisas.

*Palavras chave:* Educação Matemática. Tecnologias da Informação e Comunicação. Currículo de Matemática.

### TIC e a sala de aula

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 (Groenwald & Zochehoma, 2009). 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, estimativa ou raciocínio sobre hipóteses (Cantoral, 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

---

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pela ULBRA, ULL e HP Calculadoras.

demonstrar a utilização do mesmo em diferentes situações da vida real. Historicamente o sistema educacional sempre foi projetado igualmente para todos os estudantes, em um contexto organizacional definido, ao qual o estudante deve se adaptar. Assim, um dos desafios que os professores encontram, em sala de aula, é a identificação das dificuldades individuais dos alunos.

O uso do computador em sala de aula 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 das TIC, como o uso de plataformas de ensino, por exemplo, é a possibilidade da utilização de diferentes recursos, com padrão superior de qualidade, como vídeo-exemplos, textos com exemplos em movimento, 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 das TIC na educação requer que sua aplicação esteja fundamentado em teorias pedagógicas reconhecidas e experimentadas. Indica-se o desenvolvimento de sequências didáticas eletrônicas, disponibilizadas no SIENA, com as seguintes características: uma proposta construtivista, ou seja, uma aprendizagem que dê importância ao contexto de aprendizagem como alternativa ao ensino por memorização; 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; utilização das novas tecnologias como um recurso ativo de ensino e não um simples veículo de transmissão de informações; que seja possível 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, dar 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. Para o autor é possível que através da exploração individual o sujeito possa adquirir determinados esquemas gerais de conhecimento, mas muito mais difícil será que consiga alcançar aprendizagens específicas. 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.

Deve-se considerar, também, a interação social no processo de ensino e aprendizagem, como favorecedora da aprendizagem, sendo outra característica importante das atividades didáticas construtivistas. 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.

Quando nestes contextos há o computador como mediador, se diz que é uma “aprendizagem colaborativa assistida por computador” (CSCL: Computer Supporte Collaborative Learning). O CSCL é um método de ensino e aprendizagem por meio do qual interatuam dois ou mais sujeitos para construir aprendizagem, através da discussão, reflexão e tomada de decisão, processo no qual os recursos informáticos atuam como mediadores. Na visão construtivista o CSCL vê o estudante como um agente ativo, construtor do seu processo de aprendizagem, uma pessoa que possui e gera conhecimento.

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 (Groewald & Ruiz, 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.

### **Pressupostos metodológicos da pesquisa**

O problema norteador dessa investigação é: a incorporação das tecnologias da informação e comunicação auxiliam na qualificação do processo de ensino e aprendizagem da Matemática nos diferentes níveis de ensino? Outra questão da investigação foi identificar como as TIC podem contribuir para amenizar os problemas de aprendizagem dos alunos, possibilitando uma recuperação individualizada de conteúdos?

O objetivo geral foi investigar um sistema que permitisse a recuperação de conteúdos de alunos com dificuldades em Matemática, possibilitando uma ajuda individualizada.

Os estudos foram desenvolvidos em convênio pelos grupos de pesquisa: Grupo de estudos curriculares de educação matemática (GECM) da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) e o grupo de Tecnologias Educativas da Universidade de La Laguna (ULL) de Tenerife, na Espanha. Foi desenvolvido o Sistema Integrado de Ensino de aprendizagem (SIENA) que possibilita alcançar o objetivo geral dessa investigação. O SIENA está explicitado a seguir e exige as seguintes ações: mapa conceitual do conteúdo a ser

desenvolvido, testes adaptativos para cada conceito a ser estudado e sequências didáticas eletrônicas para cada conceito estudado.

### Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA)

O SIENA é um sistema inteligente que conforme Groenwald & Ruiz (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 Ruiz (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, proporcionando uma recuperação individualizada das dificuldades dos alunos. 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 e recuperação dessas dificuldades.

O SIENA foi desenvolvido através de uma variação dos tradicionais mapas conceituais (Nowak & Gowin, 1988), 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 (conceitos no grafo) dos conceitos prévios, seguindo para os conceitos fundamentais, até atingir os nodos objetivos.

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

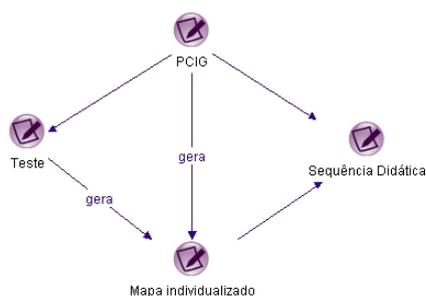


Figura 1. Esquema do sistema SIENA.

Um teste adaptativo informatizado é administrado pelo computador, que procura ajustar as questões do teste ao nível de habilidade de cada examinando. Segundo Costa (2009) um teste adaptativo informatizado 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 adequado 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).

*Incorporando as tecnologias na sala de aula de Matemática.*

No SIENA o teste adaptativo é realizado em cada nodo do PCIG, 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 múltipla escolha, classificadas em 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 que o aluno tem sobre esse conceito; o 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 um determinado momento o aluno não responde corretamente, o sistema diminui o nível de dificuldade da pergunta seguinte.

A ferramenta informática parte dos conceitos prévios, definidos no PCIG, 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 PCIG, 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 PCIG.

O desempenho do aluno é calculado a partir da fórmula  $\frac{D \times P}{D \times P + (1 - P) \times L}$ , 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 2.

Respuesta	Respuesta correcta	Tiempo(antes de que se acabe)	Pregunta	Puntos antes
1	true	49	Qual é o número que está representado no ábaco?	0.200
1	true	49	Qual é o número que está representado no ábaco?	0.238
4	false	231	Se agruparmos sessenta e cinco unidades em grupos de dez, teremos ao todo?	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 o número representado no ábaco?	0.281

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

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.

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. As sequências didáticas são um conjunto de atividades organizadas, de maneira sistemática, planejadas para o processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo, etapa por etapa. São organizadas de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para a aprendizagem de seus alunos, e envolvem atividades de aprendizagem e avaliação. (Dolz & Schneuwly, 2004). Segundo Zabala (1998) as sequências didáticas são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. Através da sequência didática é possível analisar as diferentes formas de intervenção e avaliar a pertinência de cada uma delas.

### **Experiências com o SIENA**

As experiências já desenvolvidas no SIENA foram: Operações nos Números Naturais; Pensamento algébrico: uma experiência com alunos do Ensino Médio; Multiplicação para alunos com Necessidades Educativas Especiais; Geometria Analítica.

Os trabalhos que estão em desenvolvimento, na plataforma SIENA são: Sequência didática individualizada para um aluno com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari Matemática e Educação Ambiental; Equações do primeiro grau; Números Racionais na forma de fração.

### **Referências**

- Cantoral, R.; *et al.* (2000). *Desarrollo del pensamiento matemático*. México: Trillas.
- Carretero, Mario. (1997). *Construtivismo e educação*. Porto Alegre: Artmed.
- Coll, C.; *et al.* (2002). *O Construtivismo na sala de aula*. São Paulo, S.P. Ática.
- Costa, D. (2009). *Métodos estatísticos em testes adaptativos informatizados*. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Crok, C. (1998). *Ordenadores y aprendizaje colaborativo*. Madrid: Morata.
- Dolz, J.; Schneuwly, B. (2004). *Gêneros orais e escritos na escola*. Campinas/SP: Mercado das Letras.
- Groenwald, C.; Ruiz, L. (2006). Formação de Professores de Matemática: uma proposta de ensino com novas tecnologias. *Acta Scientiae*, Canoas. 8(2).
- Groenwald, C.; Zoch, L.; Homa, A. (2009). Sequência Didática com Análise Combinatória no Padrão SCORM. *Bolema*. Rio Claro. 22 (34), 27-56.
- Grossi, E. (1993). *Aspectos pedagógicos do construtivismo pós-piagetiano*. In: Grossi, E.P.; Bordin, J. (org). *Construtivismo Pós-Piagetiano*. Petrópolis: Vozes.
- Grossi, E. (2008). Assim não dá. *Nova Escola*. 23 (214).
- Kampff, J.; *et al.* (2004). *Novas Tecnologias e Educação Matemática*. In: X workshop de informática na escola e XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Bahia. Disponível em:

*Incorporando as tecnologias na sala de aula de Matemática.*

<[http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2004/artigos/a12\\_tecnologias\\_matematica.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2004/artigos/a12_tecnologias_matematica.pdf)>  
Acesso em: 10 jun. 2008.

- Martí, E. (1992). *Aprender con ordenadores en la escuela*. Barcelona: ICE-Universitat de Barcelona/Horsori.
- Novak, J.; Gowind, D. (1988). *Aprediendo a aprender*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca, S.A.
- Porlán, R. (1998). *Construtivismo y escuela*. 5.ed. Sevilla: DÍADA.
- Sands, W.; Waters, B. (1997). *Introduction to ASVAB and CAT*. In: SANDS, William A.; WATERS, Brian K.; MCBRIDE, James R.(Eds.). *Computerized adaptive testing: from inquiry to operation*. Washington: American Psychological Association.
- Zabala, A. (1998) *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed.
- Wainer, H. (2000). *Computerized adaptive testing: a primer*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.