

MULTIPLICAÇÃO NOS NÚMEROS NATURAIS: UMA EXPERIÊNCIA NO SISTEMA INTEGRADO DE ENSINO E APRENDIZAGEM (SIENA)

Andrielly Viana Lemos¹

Alexandre Branco Monteiro²

Tania Elisa Seibert³

Claudia Lisete Oliveira Groenwald⁴

Resumo

Este artigo é um recorte das ações de pesquisa desenvolvidas no projeto Observatório de Educação/2010, do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Apresenta-se a experiência desenvolvida com uma sequência didática eletrônica com o tema Multiplicação nos Números Naturais, desenvolvida na escola Escola Municipal de Ensino Fundamental Franz Louis Weinmann, do município de São Leopoldo, RS. A pesquisa teve como objetivos analisar a plataforma SIENA, validar a sequência didática eletrônica e investigar o desempenho dos alunos do 5º ano sobre o referido tema. Os resultados apontam que os alunos participantes da pesquisa que apresentaram dificuldades com o tema, após estudos de recuperação, conseguiram evoluir nos conceitos. O sistema SIENA apresentou um desempenho adequado, evoluindo conforme o grafo proposto.

Palavras-chave: Educação Matemática. Multiplicação nos Números Naturais. Sequências Didáticas. Tecnologias da Informação e Comunicação.

Introdução

Esta pesquisa é um recorte das ações desenvolvidas no projeto Observatório de Educação/2010, do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Este projeto visa à formação

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM)-Bolsista CAPES – Email: andriellylemos@gmail.com.

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM)-Bolsista CAPES – Email: alexandremonteiro29@hotmail.com.

³ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo PPGECIM da ULBRA e Professora da Universidade Luterana do Brasil – Email: taniaseibert@ulbra.br.

⁴ Doutora em Ciências da Educação Pela Pontifícia de Salamanca, na Espanha e professora da Universidade Luterana do Brasil – Email: claudiag@ulbra.br.

continuada de professores de Ciências e Matemática, do Ensino Fundamental, das escolas públicas dos municípios de Canoas, Sapucaia do Sul e São Leopoldo.

Os objetivos do projeto Observatório de Educação/2010 são buscar ações que permitam desenvolver, aplicar e avaliar possibilidades para aprimorar o desempenho dos estudantes do Ensino Fundamental, em Ciências e Matemática de escolas públicas dos municípios referidos, assim como qualificar a prática docente dos professores envolvidos, através de estratégias de formação continuada, de forma presencial e a distância.

Nesse trabalho apresenta-se o ambiente de investigação para o desenvolvimento da experiência desenvolvida na 5ª série do Ensino Fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental Franz Louis Weinmann, do Município de São Leopoldo e o experimento realizado com o tema Multiplicação nos Números Naturais.

O ambiente de investigação está estruturado com um grafo, onde cada conceito da Multiplicação é um nodo do grafo, com testes adaptativos e sequências didáticas em cada nodo, disponíveis no Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA).

O experimento foi desenvolvido utilizando o laboratório de informática da escola, visando desenvolver o processo de ensino e aprendizagem de forma individualizada, com os alunos trabalhando as atividades de avaliação e recuperação no seu ritmo de aprendizagem, buscando identificar as dificuldades que os alunos possuem no tema.

1 Tecnologias da Informação e Comunicação

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) estão presentes na sociedade, e há consenso sobre a necessidade da sua presença na escola. Assim, pondera-se que os professores devem estar atentos para estas, já que de acordo com Borba e Penteado (2003, p. 64-65):

[...] À medida que a tecnologia informática se desenvolve, nos deparamos com a necessidade de atualização de nossos conhecimentos sobre o conteúdo ao qual ela está sendo integrada. Ao utilizar uma calculadora ou um computador, um professor de matemática pode se deparar com a necessidade de expandir muitas de suas ideias matemáticas e também buscar novas opções de trabalho com os alunos. Além disso, a inserção de TI no ambiente escolar tem sido vista como um potencializador das ideias de se quebrar a hegemonia das disciplinas e impulsionar a interdisciplinaridade.

Mais especificamente na Matemática, as TIC, segundo Ponte (1995), valorizam as possibilidades de realização, na sala de aula, de projetos e atividades de modelação, exploração e investigação, favorecendo o desenvolvimento, nos alunos, de atitudes mais positivas e uma visão mais completa sobre a natureza desta disciplina.

Considera-se que a construção de uma sequência didática sobre Multiplicação com Números Naturais com o auxílio das TIC é uma tentativa de abordar novamente o conteúdo, buscando novos caminhos para a aprendizagem buscando a superação das dificuldades que os estudantes apresentam.

Aponta-se como aspecto relevante do uso das TIC na educação a possibilidade de explorar e utilizar os recursos e ferramentas disponíveis, sendo eles *softwares*, *sites*, jogos, entre outros. Particularmente, neste cenário apresenta-se o Sistema Integrado de Ensino Aprendizagem (SIENA) como recurso tecnológico que foi amplamente utilizado nessa investigação.

1.1 Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA)

O SIENA é um sistema inteligente para apoio ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo qualquer. Este sistema foi desenvolvido pelos grupos de Tecnologias Educativas da ULL e o GECM da ULBRA. Para os autores do SIENA ele 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. (GROENWALD; RUIZ, 2006, p.26).

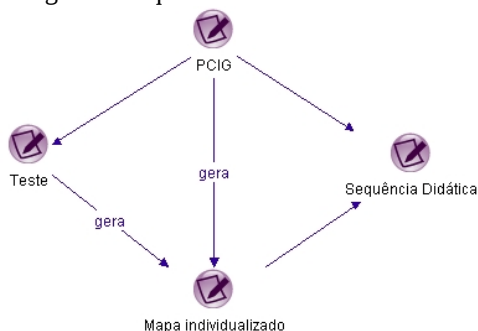
Ainda segundo Groenwald e Ruiz (2006), este sistema permite ao professor uma análise do nível de conhecimentos prévios de cada aluno, possibilitando um planejamento de ensino de acordo com a realidade desses, podendo proporcionar uma aprendizagem significativa. O processo informático permite gerar um mapa individualizado das dificuldades dos alunos, o qual estará ligado a um hipertexto (sequência didática), que servirá para recuperar as dificuldades que cada aluno apresenta no conteúdo, auxiliando no processo de avaliação.

O SIENA foi desenvolvido através de uma variação dos tradicionais mapas conceituais (NOVAK e GOWIN, 1988), que nessa perspectiva é denominado de Grafo Instrucional Conceitual Pedagógico - PCIG (*Pedagogical Concept Instructional Graph*), o qual permite a planificação do ensino e da aprendizagem de um tema específico. No PCIG 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 mais abrangentes.

O PCIG está ligado a um teste adaptativo que gera o mapa individualizado das dificuldades do estudante. A cada nodo do PCIG pode ser vinculada uma sequência didática para cada conceito avaliado no teste. A figura 1 mostra um esquema básico do funcionamento do SIENA.

Figura 1: esquema do sistema SIENA.



2 Multiplicação nos Números Naturais

Neste trabalho foi desenvolvida uma sequência didática eletrônica sobre o conceito da multiplicação nos Números Naturais, fundamentada nos aportes teóricos de Vergnaud (1991).

Segundo Vergnaud (1991) o que é verdade para adição e subtração, isto é, que as operações sobre as representações escritas dos números são diferentes das operações sobre os números, mas, sem dúvida, se apóiam nelas, servem também para a multiplicação e divisão. O autor afirma que partir de um material concreto para ensinar a multiplicação significa introduzir esse conceito como adição sucessiva de uma mesma quantidade e, por consequência, fazer do multiplicando uma medida e do multiplicador um simples operador sem dimensão física.

O autor salienta que no início dos processos multiplicativos, se podem utilizar no multiplicando números de vários algarismos, mas que no multiplicador convém utilizar somente operadores simples de um algarismo. Lembra que a comutatividade da multiplicação no plano numérico permite inverter o papel do multiplicador e do multiplicando; porém requer cautela, na parte pedagógica, para que as crianças aceitem a comutatividade, pois terão que fazer a abstração do que representam os números.

Por outra parte, a distributividade da multiplicação em relação à adição, é necessária a partir do momento que se introduz a multiplicação por um número de dois

algarismos. Algebricamente tem-se: $43 \times (10+2) = (43 \times 10) + (43 \times 2)$. Essa propriedade deve ser necessariamente explicada para os estudantes para que compreendam a regra operativa da multiplicação. A principal dificuldade não reside na propriedade distributiva, mas, no fato de que é o multiplicador que está decomposto aditivamente e não o multiplicando (12 vezes = 10 vezes + 2 vezes).

Resumindo, são numerosas as precauções didáticas que se deve ter ao planejar o processo de ensino e aprendizagem da multiplicação com Números Naturais. Para Vergnaud (1991) o Material Dourado é o meio mais eficaz para simular, utilizando material concreto, as regras operatórias da multiplicação e da divisão.

As multiplicações mais simples são aquelas cujo multiplicando tem somente um algarismo e não implicam em “vai um”. Porém, esses problemas de “juntar” aparecem desde o princípio da aprendizagem da multiplicação. Se as crianças possuem dificuldades com o “vai um” na adição isso se amplia na multiplicação.

A segunda grande dificuldade é a multiplicação nas diferentes bases (por 10 na base 10, por 3 na base 3, etc.). O material Dourado é muito útil, porque permite evidenciar o fato fundamental de que a multiplicação pela base equivale a trocar a ordem de tamanho, um passo para esquerda: as unidades se convertem em barras, as barras em placas, as placas em cubos, os cubos em barras de cubos, etc.

A terceira dificuldade é a decomposição aditiva do multiplicador e a distributividade da multiplicação em relação à adição. Essa dificuldade, para Vergnaud (1991), é a mais complexa, porém, está dentro da faixa de compreensão de crianças de 8 anos. A decomposição aditiva do multiplicador é mais fácil para as crianças compreenderem, quanto não interfere com decomposição $\times$. Por exemplo: $n \times 116 = (n \times 100) + (n \times 10) + (n \times 6)$.

Porém a multiplicação por um número de vários algarismos, que ao menos um, a esquerda do algarismo das unidades difere de 1, implica uma decomposição dupla, aditiva e multiplicativa, por exemplo: $36 = 30 + 6$ decomposição aditiva e $36 = (3 \times 10) + 6$ decomposição multiplicativa. A multiplicação por 30 se realiza em 2 multiplicações sucessivas; por 10 e por 3. A multiplicação por 10 se expressa com um zero na coluna das unidades (por um espaço para esquerda), e a multiplicação por 3 pela aplicação do algoritmo.

Outro recurso didático para o algoritmo da multiplicação, apontado por Vergnaud (1991), é o quadro valor lugar, que permite que as crianças se organizem e que deve ser utilizado por um tempo significativo.

Assim, as sequências didáticas, desenvolvidas nesse trabalho, foram elaboradas utilizando os recursos didáticos do material dourado e do quadro valor lugar. Também, foi trabalhado o conceito da multiplicação, fundamentado em Vergnaud (1991), dando ênfase nas propriedades (Associativa, Comutativa, Distributiva da multiplicação em relação à adição).

3 Objetivos

Os objetivos desta pesquisa foram: implementar (desenvolver, aplicar e avaliar) o ambiente de investigação, na plataforma SIENA, com o conteúdo de Multiplicação com Números Naturais, e investigar o desempenho dos alunos do 5º ano do Ensino Fundamental sobre o referido tema.

4 Metodologia da Investigação

A construção do ambiente de investigação com o tema Multiplicação com Números Naturais foi desenvolvida com reuniões semanais de estudo e discussão com o grupo de pesquisa, com estudos regulares sobre o tema e o sistema SIENA, bem como, a organização do material a ser disponibilizado neste.

Também foram realizadas reuniões quinzenais no ano de 2011, com o grupo participante do projeto Observatório de Educação/2010, nestas foram discutidas e avaliadas as sequências didáticas construídas, bem como, foi realizado uma análise do sistema SIENA.

A construção do ambiente de investigação, no sistema SIENA, seguiu as seguintes ações:

1 construção do grafo com os conceitos da Multiplicação, composto por 14 nodos, sendo eles: conceito do número, espaço e tempo, sistema de numeração decimal I e II, recursos, multiplicação com adição de parcelas iguais, multiplicação com geometria, multiplicação com combinação, tabuada do 0,1,10 e 100, tabuada do 2 e 3, tabuadas 4,5,6,7,8,9, algoritmo e propriedades, algoritmo II e resolução de problemas.

2 elaboração de 30 questões para cada nodo do grafo, sendo 10 fáceis, 10 médias e 10 difíceis para serem utilizadas nos testes adaptativos;

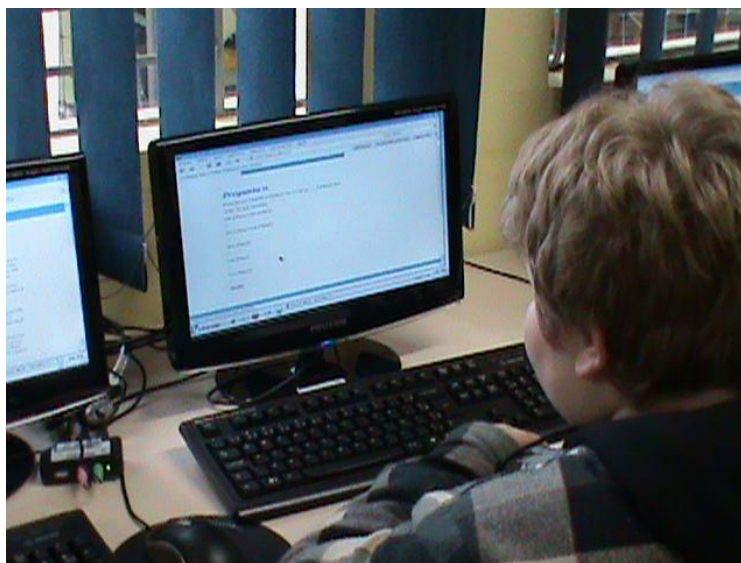
3 desenvolvimento de sequências didáticas para cada nodo do grafo, utilizando os referenciais de Vergnaud, a metodologia resolução de problemas, a história dos números.

As sequências didáticas, desenvolvidas no SIENA, são o que Dolz e Scheuwly (2004) denominam como um conjunto de atividades organizadas, de maneira sistemática, planejadas para o processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo, etapa por etapa, organizadas de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar, e envolvendo atividades de aprendizagem e avaliação. Os recursos informáticos utilizados, nas sequências didáticas foram: *Power point* salvo em html; jogos e atividades lúdicas com o *software* JCLIC; jogos *online*; história em quadrinhos; ábaco; material dourado e quadro valor lugar(QVL).

O experimento foi realizado na Escola Municipal de Ensino Fundamental Franz Louis Weinmann, do Município de São Leopoldo, escola que participa do projeto Observatório de Educação/2010 da ULBRA, em encontros semanais de 1h/a, totalizando 6h/a, nos quais, os alunos realizavam os testes e estudavam nas sequências didáticas quando não alcançavam à média 0,6.

Deste experimento participaram dois pesquisadores, dois professores da escola e 12 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental do turno da manhã da referida escola (figura 2).

Figura 2: Foto de um aluno realizando as atividades.



Os dados coletados no experimento foram obtidos através de observações realizadas durante o experimento, de registros em áudio e vídeo e do banco de dados do SIENA. Todo o trabalho com o tema proposto está implementado na plataforma SIENA,

no servidor da Matemática (<http://siena.ulbra.br>), na ULBRA, onde foram validadas as funcionalidades de avaliação e apresentação dos conteúdos.

5 Análise dos dados coletados no experimento

A seguir apresenta-se a tabela 1, com o desempenho dos 12 alunos participantes do experimento, em cada nodo do grafo de Multiplicação nos Números Naturais.

Tabela 1: Demonstrativo do desempenho dos alunos nos nodos

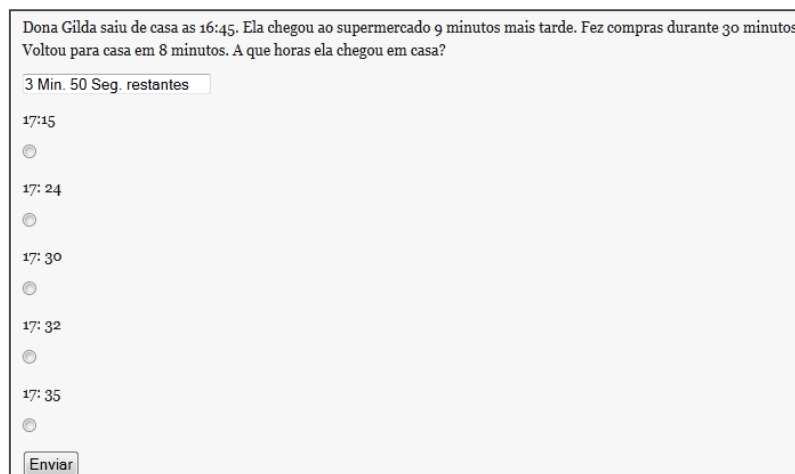
Nodo	Nº de alunos com aprovação direta	Nº de alunos com aprovação e recuperação
Conceito do Número	10	2
Espaço e Tempo	8	4
SND I	12	0
SND II	11	1
Recursos	12	0
Multiplicação com Adição de Parcelas Iguais	11	1
Multiplicação com Geometria	8	4
Multiplicação com Combinação	9	3
Tabuada 0, 1, 10 e 100	12	0
Tabuada 2 e 3	12	0
Tabuadas 4, 5, 6, 7, 8, 9	12	0
Algoritmo I e Propriedades	10	2
Algoritmo II	12	0
Resolução de Problemas	10	2

No primeiro nodo (conceito do número) a maioria dos alunos não apresentaram dificuldades, apenas 2 alunos do total dos 12, necessitaram fazer a recuperação através da sequência didática.

No que se refere ao nodo espaço e tempo $\frac{1}{3}$ dos alunos necessitaram realizar a recuperação, porém, mesmo os que obtiveram aprovação apresentaram dificuldades em conceitos como, década, século, datas e horas, necessitando da mediação dos professores.

A seguir, na figura 3, apresenta-se um exemplo de atividade onde os alunos apresentaram dificuldades.

Figura 3: Exemplo de questão do teste que os alunos apresentaram dificuldades.



Dona Gilda saiu de casa as 16:45. Ela chegou ao supermercado 9 minutos mais tarde. Fez compras durante 30 minutos. Voltou para casa em 8 minutos. A que horas ela chegou em casa?

3 Min. 50 Seg. restantes

- 17:15 ☐
- 17:24 ☐
- 17:30 ☐
- 17:32 ☐
- 17:35 ☐

Enviar

Nos nodos referentes ao sistema de numeração decimal I e II, os alunos não demonstraram dificuldades, diferenciavam unidades, dezenas, centenas e unidades de milhar e sabiam utilizar estes conceitos sem dificuldades.

No nodo denominado recursos, cujas atividades são de representação de números com o material dourado, ábaco e quadro valor lugar, as dificuldades identificadas foram no vocabulário, na utilização e representação dos números com os recursos não apresentaram grandes dificuldades.

Os alunos não apresentaram dificuldades no nodo referente ao conceito da multiplicação por adição de parcelas iguais, conseguindo associar as somas à forma multiplicativa.

No que se refere aos nodos dos conceitos de multiplicação desenvolvidos através de Geometria e Combinação, os alunos apresentaram algumas dificuldades na passagem da representação para o algoritmo. A seguir, apresenta-se na figura 4, um exemplo de atividade que os alunos apresentaram dificuldades.

Figura 4: Exemplo de questão do teste que os alunos apresentaram dificuldades

Numa corrida de carros animados, a largada foi formada alinhando 15 carros em 3 linhas. Qual a sentença matemática que corresponde a essa formação de largada?

2 Min. 52 Seg. restantes

☐ $5 + 5$
☐ $3 + 3 + 3$
☐ 5×5
☐ 3×5
☐ 3×15

Os nodos referentes às tabuadas e ao algoritmo, os alunos não apresentaram dificuldades. No que se refere às propriedades da multiplicação e as resoluções de problemas, apenas dois alunos necessitaram realizar a recuperação destes conceitos.

A partir da análise dos dados, verifica-se que os alunos participantes da pesquisa após os estudos de recuperação proposto no SIENA conseguiram evoluir nos conceitos que anteriormente apresentaram dificuldades. É possível avaliar que as sequências didáticas para a recuperação de conteúdos auxiliaram os alunos no processo de ensino e aprendizagem com esse tema.

O sistema SIENA não apresentou dificuldades para os alunos e todos os nodos e sequências evoluíram conforme o esperado. Nesse sentido essa experiência auxiliou na validação do sistema SIENA.

Conclusão

O desenvolvimento desta investigação e o experimento realizado indicam que o SIENA está funcionando adequadamente e oportunizando condições de realizar outros experimentos. O grafo desenvolvido, com o tema Multiplicação nos Números Naturais, teve suas funcionalidades de acordo com o previsto, apresentou os testes com a sequência dos nodos e quando o aluno não obteve o desempenho esperado foi disponibilizado a sequência didática para a recuperação dos conceitos.

As sequências de recuperação atenderam ao esperado, que é auxiliar os alunos em suas dificuldades, pois, na maioria das vezes, que estes realizaram a recuperação adequadamente, no próximo teste tinham desempenho satisfatório.

Com o desenvolvimento deste trabalho verificou-se que o sistema SIENA pode ser um instrumento de auxílio ao professor para a recuperação de conteúdos, possibilitando que seja realizada uma retomada dos conceitos de uma forma diferenciada e individualizada, de acordo com as dificuldades de cada aluno.

Nesse experimento os alunos demonstraram interesse em realizar as atividades utilizando as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Referências

COSTA, Denise Reis. **Métodos estatísticos em testes adaptativos informatizados**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

DOLZ, Joaquim. SCHNEUWLY, Bernard. **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas/SP: Mercado das Letras, 2004.

GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira; RUIZ, Lorenzo Moreno. Formação de Professores de Matemática: uma proposta de ensino com novas tecnologias. **Acta Scientiae**, Canoas, v.8, n.2, jul./dez.2006.

NOVAK, J. GOWIN D. **Aprediendo a aprender**. Barcelona: Ediciones Martínez Roca, S.A, 1988.

VERGNAUD, Gérard. **El niño, las matemáticas y la realidad: problemas de enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria**. México: Trillas, 1991.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.