



Comunicação Científica

INCLUSÃO COGNITIVA EM MATEMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA INTEGRANDO RECURSOS TECNOLÓGICOS E NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS

GT 07 – Educação Matemática, avaliação e inclusão escolar

Claudia Lisete Oliveira Groenwald
Doutora em Ciências da Educação pela Pontifícia de Salamanca na Espanha
Professora da Universidade Luterana do Brasil.
Email: claudiag@ulbra.br

Tania Elisa Seibert
Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela ULBRA
Doutoranda do PPGECIM da ULBRA
Professora da Universidade Luterana do Brasil
Email: tania.seibert@ulbra.br

Alexandre Branco Monteiro¹
Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
da Universidade Luterana do Brasil
Email: alexandrebrancomonteiro@hotmail.com

Resumo: Este artigo é um recorte da pesquisa *Inovando o Currículo de Matemática através da Incorporação das Novas Tecnologias*, do Grupo de Estudos Curriculares de Educação Matemática (GECEM), da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Brasil, em convênio com o Grupo de Tecnologias Educativas, da Universidade de La Laguna (ULL), em Tenerife, Espanha, com o desenvolvimento do Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA). Neste trabalho apresentamos a experiência com um aluno com Necessidades Educativas Especiais (NEE) desenvolvendo atividades, com o tema multiplicação nos Números Naturais, no SIENA. A pesquisa teve como ações: analisar a plataforma SIENA, criar a sequência didática do conteúdo de multiplicação, investigar o comportamento e o processo de aprendizagem do aluno investigado. Esta investigação foi desenvolvida com reuniões semanais entre os pesquisadores e sessões semanais de estudo com o sujeito com NEE. Os resultados da análise dos dados coletados apontam que o estudante desenvolveu as atividades com interesse, e sempre que apresentou dificuldades realizou a recuperação obtendo resultados ampliados aos anteriores, no tema em estudo.

Palavras-chave: Tecnologias da Informação e Comunicação; Necessidades Educativas Especiais; Multiplicação; Números Naturais.

Introdução

Esse estudo é parte dos resultados do trabalho conjunto realizado como consequência do convênio, de colaboração científica, entre a Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, Rio Grande do Sul, com o grupo de Estudos Curriculares em Educação Matemática (GECEM) e a Universidade de La Laguna (ULL), Tenerife,

¹ Bolsista da CAPES



Comunicação Científica

Espanha, com o grupo de Tecnologias Educativas, desde 2005, com a pesquisa *Incorporando as tecnologias na Educação Matemática*.

Considerando que a inclusão é uma realidade nas escolas e como os professores enfrentam dificuldades para desenvolver o processo de ensino e aprendizagem com alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE), este trabalho está ancorado na seguinte pergunta: Quais as dificuldades, em Matemática, que um estudante com NEE apresenta no conceito de multiplicação nos Números Naturais?

Necessidades educativas especiais e inclusão escolar

O termo Necessidade Educacional Especial (NEE) apareceu pela primeira vez, em termos de lei, no artigo 5º da Resolução número 2 de 2001, definindo todos os alunos que apresentam, durante seu processo de formação educacional, qualquer dificuldade acentuada de aprendizagem ou limitação em seu processo de desenvolvimento, que venha, então, a dificultar o acompanhamento das atividades curriculares, independente de o aluno ter algum problema congênito ou não. Segundo Coll (2004), o aluno que apresenta algum problema de aprendizagem, ao longo da sua escolarização, que exige uma atenção mais específica e maiores recursos educacionais do que os necessários para os colegas de sua idade é um aluno com NEE.

A educação é um instrumento fundamental para a integração plena das pessoas com algum tipo de NEE. Por isso, precisa-se, segundo Carvalho (2008), de escolas inclusivas, que ofereçam respostas educativas de melhor qualidade para qualquer aprendiz, sem privilégios ou discriminações, onde o objetivo seja proporcionar uma educação de boa qualidade. O princípio fundamental de uma escola inclusiva é que todas as pessoas deveriam aprender juntas, quando é possível, e que estas devem reconhecer e responder as diversas necessidades de seu alunado.

Uma educação inclusiva não é trabalho só do professor, mas de uma equipe de orientação e apoio, com tutores, orientadores e profissionais externos (educadores de associações) que atuam diretamente com alunos que necessitam de inclusão. Ainda, segundo Carvalho (Idem) para que as escolas sejam de boa qualidade para todos, com todos e por toda vida, é necessário que os sistemas educacionais sofram transformações,



Comunicação Científica

apoiando-se na realidade e implementando ações de mudança, segundo as especificidades de cada sistema, criando uma pauta de trabalho que priorize necessidades, tais como: promover e garantir articulações internas entre os gestores da educação; efetiva integração entre as diferentes políticas públicas que tem em comum questões educativas; rever os conceitos de ensino e aprendizagem, valorizando as contribuições da psicologia educativa, da psicanálise da educação e das neurociências da aprendizagem; garantir a acessibilidade de todos os alunos a qualquer escola, enfrentar as barreiras invisíveis, os estereótipos e os preconceitos. Outro aspecto salientado pela autora é a necessidade de expandir a utilização de recursos tecnológicos e da informática na educação.

Sistema Integrado de Ensino e Aprendizagem (SIENA)

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 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.



Comunicação Científica

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

O SIENA foi desenvolvido através de uma variação dos tradicionais mapas conceituais (NOVAK e 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 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. A figura 1 apresenta o esquema do sistema informático SIENA.

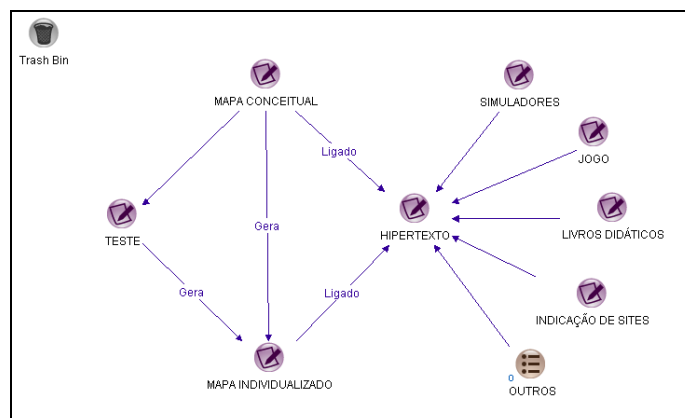


Figura 1- Esquema do Sistema Informático SIENA. (GROENWALD e RUIZ, 2006)



Comunicação Científica

Este sistema é composto pelo SCOMAX e SCOMIN. O SCOMAX (*Student Concept Map Explore*), cujo significado é a exploração do mapa conceitual de um aluno possibilita ao professor importar um PCIG, utilizando o *software Compendium*, de um conteúdo qualquer, criar um banco de questões e ligá-lo a um teste adaptativo (MORENO et al, 2007), gerando uma série de perguntas seguindo a estrutura hierárquica descrita no PCIG. Das respostas obtidas de cada estudante se obtém um mapa conceitual personalizado que descreve o que cada aluno conhece *a priori* do conteúdo do PCIG, o que gera o mapa individualizado das dificuldades do aluno.

Para cada conceito do PCIG, devem ser cadastradas perguntas que irão compor o banco de questões do teste adaptativo, 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 (fácil, médio ou difícil); 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. As definições desses parâmetros são fundamentais para que seja possível, através do teste adaptativo, estimar 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 ao teste. Quer dizer, se o aluno vai contestando 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. O sistema dispõe de um mecanismo de parada, quando já não pode obter uma maior estimativa sobre ao grau de conhecimento de um conceito, ou quando não existam mais perguntas. Por essa razão cada nodo do PCIG deve ter um número suficiente de perguntas, de diferentes níveis de dificuldade.

A ferramenta informática parte dos conceitos prévios, definidos no PCIG, e começa a avaliar os conceitos, 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



Comunicação Científica

esse conceito 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 mostrará para cada conceito, através do seu banco de dados, quais foram as perguntas realizadas, quais foram respondidas corretamente e qual a estimativa realizada por ele sobre o grau de conhecimento de cada conceito, conforme o exemplo apresentado na figura 2.

| Lista de competências | | | | |
|-----------------------|-------------------|--------------------------------|--|--------------|
| Resposta | Resposta 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 do PCIG do tema Multiplicação.

Ligado a esse sistema está o SCOMIN (*Student Concept Map Introspection*), cuja expressão significa refletindo o mapa conceitual de um estudante, que propicia a recuperação individualizada de conteúdos, de acordo com as informações geradas pelo SCOMAX.

O sistema SIENA possui duas opções de uso. A primeira serve para o aluno estudar os conteúdos dos nodos do PCIG e realizar o teste, para informar quais são seus conhecimentos sobre determinados conteúdos. A segunda opção oportuniza ao aluno realizar o teste e estudar os nodos nos quais apresentou dificuldades, sendo possível uma recuperação individualizada dos conteúdos nos quais não conseguiu superar a média estipulada como necessária para avançar no PCIG. Todos os nodos do PCIG estão ligados



Comunicação Científica

a uma sequência didática que possibilita ao aluno estudar os conceitos ou realizar a recuperação dos nodos em que apresenta dificuldades.

Tema da Investigação

O tema desta investigação é Inclusão em Matemática e Tecnologias da Informação e Comunicação. Nesse trabalho foi desenvolvido, uma experiência com um aluno com Necessidades Educativas Especiais (NEE), com o conceito de Multiplicação com Números Naturais, utilizando o recurso informático SIENA.

Objetivos

O objetivo geral da pesquisa foi investigar o desempenho de um aluno com NEE com o conteúdo de Multiplicação com Números Naturais, utilizando Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Os objetivos específicos foram: estudar a plataforma SIENA e o seu funcionamento; investigar o conteúdo de Multiplicação com Números Naturais; implementar os testes adaptativos para cada nodo do grafo; organizar os conteúdos de recuperação, através de sequências didáticas, de cada nodo na plataforma SIENA.

Metodologia da Investigação

Esta investigação foi desenvolvida com reuniões semanais de estudo e discussão com todo o grupo de pesquisa, com estudos regulares sobre o tema em estudo e a plataforma SIENA, bem como, a organização do material a ser disponibilizado neste sistema.

O grafo foi composto por 16 nodos onde estão incluídos os conceitos de número, estatística, espaço e tempo, sistema de numeração decimal, tabuada, algoritmo da multiplicação e problemas envolvendo todos os conceitos. Foram desenvolvidas 30 questões para cada nodo do grafo, sendo 10 fáceis, 10 médias e 10 difíceis. Para cada nodo foi desenvolvido uma sequência didática utilizando os referenciais de Vergnaud, a



Comunicação Científica

metodologia resolução de problemas, a história dos números e das operações. Os recursos informáticos utilizados foram: *Power point* salvo em html; jogos e atividades lúdicas; jogos *online*; história em quadrinhos; ábaco; material dourado e quadro valor lugar.

Foi desenvolvida uma experiência com 1 aluno com NEE, na ULBRA, com reuniões semanais, de 2 horas, de março a dezembro de 2010. O aluno desenvolveu o PCIG do SIENA com o tema multiplicação nos Números Naturais.

Experiência com aluno com NEE

O grupo de pesquisas GECEM formou, no ano de 2010, um centro de inclusão para sujeitos com NEE, com foco na cognição Matemática. Adotamos como definição de NEE a de Coll (2004): o aluno que apresenta algum problema de aprendizagem ao longo de sua escolarização, que exige uma atenção mais específica e maiores recursos educacionais do que os necessários para os colegas de sua idade é um aluno com necessidades educativas especiais.

O grupo de inclusão atualmente atende três sujeitos com NEE. Neste artigo vamos destacar as características de um dos sujeitos, denominado por R. R tem 19 anos, tem uma grave lesão cerebral no hemisfério direito, ocasionado por falta de oxigenação no parto. Fisicamente tem dificuldades para caminhar e não possui mobilidade no braço direito. Cognitivamente não demonstra dificuldades na escrita e na leitura, tanto da Língua Portuguesa, quanto da Língua Espanhola. Porém, em Matemática, seu conhecimento é básico, comparável ao conhecimento de crianças das séries iniciais do Ensino Fundamental, embora tenha concluído o Ensino Médio em uma escola que não tem estrutura de Escola Inclusiva.

R participou de todas as sessões no ano de 2010, demonstrando interesse e motivação. Completou o estudo da sequência da multiplicação utilizando o SIENA, porém, em todos os nodos necessitou realizar estudos de recuperação, pois não conseguiu atingir os índices mínimos nos testes realizados. A maior dificuldade de R foi na resolução dos problemas, pois não conseguia interpretá-los, também, apresentou dificuldades no conceito das operações, pois conhece os algoritmos, mas não consegue aplicá-los na resolução de uma atividade ou em um problema.



Comunicação Científica

Verifica-se na figura 3, de acordo com o banco de dados do SIENA, que R apresenta um baixo desempenho nos testes realizados.

| Fecha de creación | Acabado | Nota |
|-------------------|---------|-------|
| 06.12.2010 | false | 0.200 |
| 06.12.2010 | false | 0.200 |
| 06.12.2010 | false | 0.200 |
| 21.09.2010 | true | 0.999 |
| 14.09.2010 | false | 0.200 |
| 14.09.2010 | false | 0.200 |
| 14.09.2010 | false | 0.200 |

Figura 3: Banco de dados de questões realizadas por R antes dos estudos de recuperação

Porém, após realizar os estudos de recuperação, seu desempenho teve uma melhora significativa, como se observa na figura 4.

| Respuesta | Respuesta correcta | Tiempo(antes de que se acabe) | Pregunta | Puntos antes |
|-----------|--------------------|-------------------------------|--|--------------|
| 2 | true | 46 | Leia e observe a frase " Estou no quinto ano do ensino fundamental". Qual é a quarta palavra? | 0.200 |
| 3 | true | 198 | Gabriela estava ocupando o quarto lugar em uma fila. Lucas estava logo atrás dela. Que lugar Lucas estava ocupando? | 0.304 |
| 0 | true | 211 | Gabriela estava ocupando o quarto lugar em uma fila. Lucas estava logo na frente dela. Que lugar Lucas estava ocupando? | 0.522 |
| 1 | true | 104 | Os números 3, 7, 12, 9, 1 e 5 colocados em ordem crescente correspondem a | 0.732 |
| 4 | true | 160 | Gabi comprou um blusa e pagou com as notas que estão na figura. Quanto ela pagou pela blusa? | 0.872 |
| 0 | true | 0 | Observe a placa: Carlos leva toda sua família ao parque, ele, a esposa e seus dois filhos. Comprando um ingresso para cada um, quanto Carlos vai gastar? | 0.945 |
| 1 | true | 194 | Clara comprou 3 metros de tecido para fazer uma bandeira. Gastou apenas 2 metros. Quanto sobrou de tecido? | 0.977 |
| 3 | true | 154 | Uma dúzia de ovos tem 12 ovos. Quantos ovos têm duas dúzias? | 0.991 |
| 0 | true | 224 | Qual o número que está faltando na sequência: 10, 20, 30, ____, 50, 60. | 0.996 |
| 3 | true | 227 | Qual o número ordinal que completa a sequência 11º, 12º, 13º, 14º, ____. | 0.999 |

Figura 4: Resultados de R no nodo sobre o conceito do número após a recuperação.



Comunicação Científica

Em todas as sessões R estava acompanhado de um professor, com o objetivo de mediar a construção do seu conhecimento matemático, pois o objetivo do experimento não foi de quantificar resultados, mas sim, analisar qualitativamente as suas ações, buscando compreender a sua forma de pensar e identificar suas dificuldades.

Conclusão

É possível destacar que o SIENA funcionou adequadamente e foi possível desenvolver a experiência com R, sem maiores dificuldades. Logo, a implantação do SIENA, no servidor da ULBRA está validado e em condições de realizar novos experimentos. O PCIG desenvolvido, com o tema multiplicação nos Números Naturais, teve suas funcionalidades de acordo com o previsto: apresentou os testes de acordo com a sequência dos nodos e quando o aluno não apresentava o desempenho esperado era apresentado a sequência didática para a recuperação dos conceitos.

O aluno R desenvolveu estudos de recuperação em todos os nodos do PCIG, pois apresentou dificuldades em todos os conceitos e, após o estudo de recuperação, realizou novamente os testes, havendo uma melhora no seu desempenho. Não é possível afirmar que R superou todas as suas dificuldades, nos conceitos estudados, porém, a recuperação dos conceitos lhe permitiu revisar e ampliar seus conhecimentos. Consideramos que R deva realizar muitas atividades didáticas que objetivem sua autonomia social, ou seja, o uso dos conceitos básicos de Matemática (as quatro operações, utilização do dinheiro, leitura e interpretação de atividades matemáticas básicas, resolução de problemas simples do cotidiano). O que nos indica a necessidade de continuar com essa pesquisa e que, sem dúvida, deve ser desenvolvida uma sequência individualizada para R e que isso é possível no SIENA.

Referências

CARVALHO, Rosita Edler. *Escola inclusiva*. Porto Alegre: Mediação, 2008.

COLL, César et. Al. *Desenvolvimento psicológico e educação: transtornos de desenvolvimento e necessidades educativas especiais*. v. 3. Porto Alegre: Artmed, 2004.



Comunicação Científica

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.

GROENWALD, Claudia Lisete Oliveira et al. Sequência Didática com Análise Combinatória no Padrão SCORM. *Bolema* Rio Claro, ano22, n.34, p.27-56, 2009.

KAMPPFF, Adriana Justin Cerveira; MACHADO, José Carlos; CAVEDINI, Patrícia. Novas Tecnologias e Educação Matemática. In: *X WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA E XXIII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO*, 2004, Bahia. Disponível em:

<http://www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2004/artigos/a12_tecnologias_matematica.pdf>

Acesso em: 10 jun. 2008.

NOVAK, J.; GOWIN, D. *Aprendiendo 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.