

A ARGUMENTAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA SUSCITADA PELO USO DE *SOFTWARES* DINÂMICOS: CONSTRUINDO SIGNIFICADOS

DISCUSSION AMONG MATH TEACHERS BASED ON THE USE OF DYNAMIC SOFTWARES: BUILDING UP MEANINGS

NILCE FÁTIMA SCHEFFER*;
PIETRA PASIN**

RESUMO

Neste artigo apresenta-se um estudo realizado a partir de uma pesquisa, por meio da qual teve-se por objetivo investigar a argumentação de professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio. A revisão teórica é composta por uma reflexão acerca da importância de incentivar e valorizar a argumentação na discussão de conceitos matemáticos, como propriedades dos triângulos equiláteros e soma dos ângulos internos de quadriláteros. A coleta de dados ocorreu a partir da filmagem de oficinas realizadas com professores de Matemática, nas quais foram realizadas atividades para as séries finais do Ensino Fundamental e também para o Ensino Médio, com a utilização de *softwares* gratuitos. Os resultados apontam a possibilidade de evidenciar o papel da argumentação na construção de significados matemáticos no processo de ensino e aprendizagem. Nas atividades realizadas com professores, os questionamentos que conduziram a argumentação, o diálogo, a troca de informações e a complementação de ideias enriqueceram os encontros, ampliando e aprofundando a discussão dos conceitos.

Palavras-chave: Educação Matemática. Argumentação. *Softwares* Gratuitos de Matemática.

ABSTRACT

This paper presents a study whose aim is to investigate the discussion among math teachers at Junior High School and High School. The theoretical review comprises a reflection about the importance of encouraging and valuing the discussion of mathematical concepts, as the characteristics of equilateral triangles and the sum of internal angles of quadrilaterals. Data were collected from the filming of workshops with teachers in which there were activities for Junior High School and High School with the use of math open-source software. The results indicate the possibility of demonstrating that discussing as essential in the construction of mathematical meanings in the process of teaching and learning. In activities carried out with teachers, the questions lead to discussion, dialogue, information exchange and complementation of ideas which enriched the meetings, broadening and deepening the discussion of concepts.

Keywords: Math Education. Discussion. Open-source Math Software.

*Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim. Professora Doutora do Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Curso de Matemática, Líder do Grupo de Pesquisa em Informática, Tecnologias e Educação Matemática. E-mail: snilce@uri.com.br

**Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim. Acadêmica do Curso de Matemática, Bolsista de Iniciação Científica do programa PIBIC/CNPq, Membro do Grupo de Pesquisa em Informática, Tecnologias e Educação Matemática. E-mail: pasin2005@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Neste artigo, apresentam-se dados de uma pesquisa que se insere na perspectiva qualitativa na qual realiza-se uma análise da argumentação matemática de professores do Ensino Fundamental e Médio da região do Alto Uruguai Gaúcho.

Por meio do estudo, considerando a formação continuada do professor, se estabelece uma reflexão acerca da importância de incentivar e valorizar a argumentação e o diálogo na discussão de conceitos matemáticos. A valorização da exploração da capacidade argumentativa do professor, neste trabalho, teve sua origem no desenvolvimento de atividades matemáticas com o auxílio de *softwares* gratuitos.

A análise da argumentação dos professores objetivou investigar o fazer pedagógico e a linguagem veiculada na discussão matemática, quando da interação com recursos informáticos nas aulas, principalmente no que se refere à resolução de problemas, construção de significados e demonstrações geométricas.

Assim, no presente trabalho apresenta-se uma revisão teórica a respeito do tema Argumentação Matemática e sua interação com tecnologias, bem como da formação do professor e a valorização da argumentação na prática pedagógica, além da apresentação e discussão de dois exemplos práticos do estudo realizado e da análise da argumentação matemática dos professores na exploração de conceitos matemáticos com a utilização de *softwares* gratuitos.

ARGUMENTAÇÃO MATEMÁTICA E SUA INTERAÇÃO COM TECNOLOGIAS

A aprendizagem está diretamente relacionada à argumentação dos sujeitos

envolvidos no processo, principalmente no que se refere à atribuição de significados. Ramos (2004) salienta que aprender é aprender a argumentar e, mais do que isso, aprender é argumentar, pois, se somos capazes de argumentar efetivamente sobre algo, a tal ponto que os nossos argumentos sejam compreendidos e aceitos por nossos interlocutores, isso pode ser um indicador de aprendizagem. O autor afirma também que as aprendizagens do professor, dos alunos e demais sujeitos, que participam efetivamente do processo educativo, constituem-se dos novos argumentos construídos, desde que validados também argumentativamente pela comunidade da sala de aula.

Nacarato, Mengali e Passos (2009) ressaltam outro aspecto que torna a valorização da argumentação fundamental no processo de ensino e aprendizagem, que é a possibilidade do professor identificar o progresso e as dificuldades de seus alunos. Dessa forma, nas aulas de Matemática, é de extrema importância que os alunos argumentem.

Bressan e Scheffer (2009) confirmam essa posição quando afirmam que a argumentação dos professores nas aulas de Matemática deve ser uma contribuição à compreensão e interpretação de conceitos matemáticos. Assim, para o professor e para o estudante se torna possível a percepção da real significação de conceitos matemáticos, tendo em vista a formação cidadã de cada sujeito envolvido no processo de ensino e aprendizagem. Para que os alunos argumentem, é necessário que sejam incentivados pelo professor.

Desse modo, segundo Nacarato, Mengali e Passos (2009), o professor tem o papel de incentivar os alunos a argumentar, a expressar

e defender seus pontos de vista e pensamentos matemáticos, oralmente ou por escrito. Para facilitar esse processo de argumentação, o professor pode solicitar aos alunos que exponham suas ideias e fazer questionamentos que exijam tomadas de posição.

O que também favorece a argumentação dos alunos é a inclusão digital nas aulas de Matemática. Para Rovani, Bressan e Scheffer (2009), o uso das tecnologias como aliadas do ensino de Matemática, e como parte integrante do processo da descoberta, incentiva a compreensão, a significação e a construção dinâmica na tela do computador.

Outro aspecto importante que é considerado por Ramos (2004) é o saber argumentar, que é vital para que nos tornemos sujeitos, inserindo-nos com consciência no discurso em que estamos imersos, capacitando o professor a participar e decidir. Nesse sentido, o autor destaca que:

[...] o desenvolvimento de nossa capacidade argumentativa pode contribuir para qualificar nosso papel social. Além disso, se a escola e a sala de aula estão aí, instituídas pela cultura, para ajudar a todos (os incluídos) a crescerem e a tornarem-se adultos educados, tem ela o papel de contribuir para o desenvolvimento dessa capacidade, mesmo que isso signifique assumir alguns riscos. (RAMOS, 2004, p. 27).

Considerando a posição do autor, pode-se dizer que, além de qualificar o papel social, desenvolver a capacidade argumentativa faz parte da nossa vida, sendo fundamental, ainda, para as relações com o outro no plano da vida cotidiana e da vida profissional.

Por isso, vale destacar a relevância que

a argumentação e sua interação com as tecnologias assumem, tanto em âmbito social quanto escolar, sobretudo na disciplina de Matemática, como forma de valorizar a manifestação dos sujeitos, a fim de possibilitar a criação e produção na escola, em nível pessoal e social.

Nesse sentido, Scheffer (2012) afirma que a Matemática possui uma linguagem própria, apresentando-se constituída de código e gramática próprios e, assim, pode ser expressa através de diferentes registros, como qualquer linguagem. Porém, quando veiculada no contexto escolar, nem sempre é esclarecedora, gerando-se aí certa ansiedade quanto ao texto matemático discutido e apresentado nas aulas da disciplina.

Essa autora destaca, não obstante, que a produção de argumentos é uma forma de expressar algo que sintetize formas de pensar, já que os sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem revelam, através de palavras e gestos, suas conclusões sobre determinada experiência, elaborando, de modo cada vez mais consciente e conciso, suas explicações para tal experiência.

A FORMAÇÃO DO PROFESSOR E A VALORIZAÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO NA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Diante da importância da argumentação nas aulas de Matemática, vale destacar o papel do professor para incentivá-la e valorizá-la durante a discussão de conceitos em suas aulas.

Para isso, também é fundamental que o professor tenha consciência da importância da valorização dos argumentos dos alunos, ou seja, da valorização da palavra dada a

eles. Por outro lado, Ramos (2004) coloca que muitos professores acreditam que seus argumentos são mais fortes do que os dos alunos. Afinal, estudaram muito mais para estarem ali. Assim, predominam os argumentos do mundo adulto, contribuindo para a reprodução do que está posto, e o valor da argumentação, conforme propõe este estudo, perde sentido.

Para o autor, essa mera reprodução ocorre quando não há a possibilidade do exercício da argumentação, o qual nasce da dúvida e do questionamento. Assim, a criação e a criatividade restringem-se e prevalece o espaço da repetição, da cópia e da reprodução. Portanto, a capacidade de conhecer advém da capacidade de argumentar e, quando é restrito o espaço para questionar e argumentar, também é restrito o produto desse processo, ou seja, a aprendizagem.

Alro e Skovsmose (2006, p. 27) concordam ao afirmarem que “Normalmente a comunicação em sala de aula é caracterizada por uma relação desigual entre professor e alunos.” Esses autores enfatizam que, por consequência dessa relação desigual, os alunos não assumem nenhuma responsabilidade pelo processo de aprendizagem.

Nesse sentido, são inúmeras as formas de manifestação da argumentação. Dentre elas, estão os registros de representação, que podem ocorrer na forma de figuras, palavras, esquemas, fórmulas, entre outros. Dessa maneira, em Matemática há uma grande diversidade de registros de representações a ser considerada no ensino.

[...] Há grande variedade de representações semióticas utilizadas em Matemática - Além dos sistemas

de numeração, existem as figuras geométricas, as escritas algébricas e formais, as representações gráficas e a língua natural, mesmo se ela é utilizada de outra maneira que não a da linguagem corrente (DUVAL, 2003, p. 11).

O autor destaca que essa variedade de registros de representações é uma das características mais importantes da atividade matemática e tem papel central na compreensão, pois requer a coordenação dos diferentes registros. Entretanto, isso raramente é levado em conta no ensino e a maioria dos alunos, ao longo de seu currículo, permanece aquém dessa compreensão. Daí as dificuldades recorrentes e as limitações em suas capacidades de aprendizagem matemática. Os únicos acertos que são possíveis aos alunos se dão em monorregistros, muitas vezes privados de “significado” e inutilizáveis fora do contexto de suas aprendizagens.

O estudo aqui apresentado se volta para uma pesquisa realizada com professores em formação inicial e continuada, que oportuniza a vivência da argumentação nas discussões matemáticas em oficinas com *softwares*, para que o professor possa compreender na prática a importância de incentivar e valorizar o diálogo durante as aulas.

Vale destacar, também, que as tecnologias nesse momento representam um recurso favorável à argumentação e ao diálogo nas aulas de Matemática. Dessa forma, é fundamental que os professores vivenciem a utilização das tecnologias durante a construção de seu próprio conhecimento. Nesse sentido, Bittar (2006) destaca a importância de um trabalho com essas características, quando diz que a verdadeira integração da tecnologia somente acontecerá se o professor vivenciar o processo.

Sendo assim, neste estudo destaca-se

que, nas oficinas realizadas com professores de Matemática, o diálogo e a argumentação são valorizados e favorecidos na discussão de conceitos matemáticos com a utilização de tecnologias, aspecto fundamental para enriquecer e aprofundar conhecimentos, momentos nos quais os professores vivenciam a importância da interação entre tecnologias e argumentação matemática, experiências enriquecedoras para a prática pedagógica.

MATERIAL E MÉTODOS DA PESQUISA

A pesquisa insere-se na perspectiva qualitativa e tem como sujeitos professores de Matemática de Ensino Fundamental e Médio. O processo de coleta de dados ocorreu a partir da filmagem de encontros com professores que participam das Oficinas de Educação Matemática e Tecnologias que acontecem periodicamente na URI Erechim. Nesses encontros, foram realizadas atividades voltadas para as séries finais do Ensino Fundamental e para todas as séries do Ensino Médio.

Após as filmagens, a organização dos dados ocorreu a partir da transcrição das falas dos professores e diálogos ocorridos nas oficinas, para posterior análise das marcas de argumentação presentes no discurso veiculado durante a realização das oficinas.

Para a análise dos dados, foram organizadas matrizes. Na primeira coluna, foram apresentados trechos das falas dos professores, considerados relevantes à pesquisa, e, na segunda coluna, descreveu-se a análise da argumentação veiculada no desenvolvimento das atividades.

DADOS E RESULTADOS DA PESQUISA

No estudo contemplou-se a análise da argumentação matemática de professores ao realizarem as atividades exploratórias com *softwares* gratuitos de Matemática. As atividades tiveram como foco os seguintes temas: Propriedades do triângulo equilátero; Ângulos suplementares; Construção do cilindro e cálculo do seu volume; Teorema de Pitágoras; Função Afim; Sistemas do 1º grau com duas incógnitas e Equações Polinomiais.

Os *softwares* gratuitos de Matemática utilizados foram: Régua e Compasso, Wingeom, Winplot, Sistemas do 1º Grau e Dead Line. As atividades contemplaram as séries finais do Ensino Fundamental e todas as séries do Ensino Médio.

A seguir, são apresentados recortes dos resultados em matrizes e análise da argumentação veiculada pelos sujeitos envolvidos na realização de duas atividades.

Análise da Argumentação na Exploração do Tema Propriedades dos Triângulos Equiláteros

Nesta atividade, o *software* utilizado foi o Régua e Compasso, quando foram exploradas as propriedades dos triângulos equiláteros, identificando a medida dos ângulos internos e externos dos lados do triângulo e as relações de igualdade entre si. A construção no *software* pode ser observada na figura 1.

Com a utilização do *software*, o recurso de movimento na tela do computador tornou a exploração das propriedades do triângulo mais clara e significativa, além de favorecer a argumentação e o diálogo.

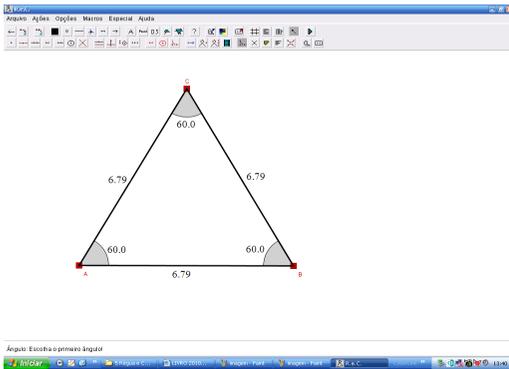


Figura 1 - Construção do Triângulo Equilátero no *Software* Régua e Compasso
Fonte: *Software* Régua e Compasso

Na Matriz 1, são apresentados recortes e análise da argumentação veiculada pelos professores de Matemática no desenvolvimento da atividade. As falas dos **professores** estão identificadas por “P”.

Matriz 1 - Análise da argumentação veiculada durante a atividade sobre Triângulo Equilátero

ARGUMENTAÇÃO DOS PROFESSORES	ANÁLISE: SENTIDO ARGUMENTATIVO
<p><i>Quanto à caracterização:</i> P4 - Três lados iguais, três ângulos iguais.</p>	<p>Os professores utilizaram expressões diferentes e com mesmo sentido em vários momentos, como, por exemplo, “<i>Congruência</i>” e “<i>lados com medidas iguais</i>” e “<i>menores que 90°</i>” e “<i>acutângulos</i>”. Esse fato aponta a importância de valorizar a argumentação e o diálogo em discussões matemáticas, tendo em vista que houve complementação e troca de ideias, enriquecendo o desenvolvimento da atividade.</p>
<p><i>Quanto aos lados:</i> P3 - São três lados com medidas iguais ou congruentes, como queira chamar.</p>	
<p><i>Quanto aos ângulos internos:</i> P1 - 60°</p>	
<p>P6 - Além de serem de mesma medida, são todos menores que 90°. Acutângulos.</p>	
<p>P3 - Os três são acutângulos.</p>	

Fonte: Relatório Final da Pesquisa “*Softwares Gratuitos de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio com Possibilidades de Aplicação no Fazer Pedagógico: Uma Análise da Argumentação Matemática*”, 2011.

Análise da Argumentação na Exploração de Ângulos Suplementares

O tema explorado nesta atividade foi ângulos suplementares, e o *software* matemático utilizado foi o Régua e Compasso, versão 6.3. Foi possível verificar a relação entre a soma dos ângulos opostos de um quadrilátero, sendo possível verificar o conceito de ângulos suplementares, conforme se pode observar na construção apresentada na figura 2.

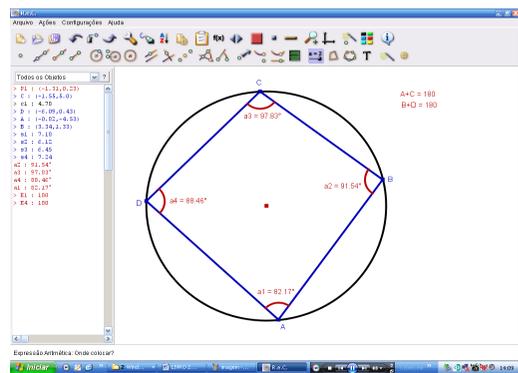


Figura 2 - Construção no *Software* Régua e Compasso sobre Ângulos Suplementares.
Fonte: *Software* Régua e Compasso.

Com os recursos oferecidos pelo *software*, pode-se concluir que os ângulos opostos do quadrilátero serão sempre ângulos suplementares. Assim, a dinamicidade oferecida pelo recurso favoreceu o diálogo e a argumentação durante o desenvolvimento das atividades.

Na Matriz 2, apresentam-se recortes e a análise da argumentação veiculada pelos professores no desenvolvimento desta atividade. As falas dos **professores** estão identificadas por “P”.

Matriz 2 - Análise da Argumentação Veiculada Durante a Atividade sobre Ângulos Suplementares.

ARGUMENTAÇÃO	ANÁLISE: SENTIDO ARGUMENTATIVO
<i>Quanto à caracterização do Ângulo Suplementar:</i>	
P4 - Como é que o teu não dá 180?	
P3 - Sim, mas o meu não dá 180, e ela virou antes e tentou tirar...	Analisando os argumentos utilizados pelos professores no desenvolvimento desta atividade, pode-se observar que a partir do diálogo ocorreu a comparação entre ângulos complementares e suplementares.
P6 - É, ela tem razão, tem que ser 180.	Além disso, a partir dos argumentos veiculados pelos professores, pode-se observar que os mesmos concluíram que, mesmo alterando a medida dos ângulos opostos de um quadrilátero, a soma deles permanece 180°, sendo, portanto, suplementares.
P4 - Não, o complementar é 90° e o suplementar é 180°.	É válido destacar que uma conclusão foi concretizada a partir da dúvida, manifestada na argumentação, até o momento em que se gerou um novo argumento, validado argumentativamente pelos demais professores.
P6 - São ângulos suplementares. Porque se um soma com outro e forma 180°, é suplementar.	Esse episódio também confirma a importância de valorizar a argumentação veiculada na sala de aula no desenvolvimento de atividades matemáticas.
<i>Quanto à definição de ângulos suplementares a partir da soma dos ângulos opostos de um quadrilátero:</i>	
P4 - Continua a mesma. (Refere-se à medida dos ângulos opostos)	
P2 - A soma das medidas dos opostos são iguais.	
P2 e P3 - São diferentes. (Referem-se à medida dos ângulos opostos)	
P6 - Permanece sempre 180°. (Referem-se à soma dos ângulos opostos)	

Fonte: Relatório Final da Pesquisa “Softwares Gratuitos de Matemática para o Ensino Fundamental e Médio com Possibilidades de Aplicação no Fazer Pedagógico: Uma Análise da Argumentação Matemática”, 2011.

A partir destas atividades realizadas com os professores, verificou-se a importância da valorização da argumentação e do diálogo, incentivados e favorecidos pela utilização de tecnologias, o que possibilitou a confirmação de resultados, revisão de conceitos e propriedades, interpretação de dados coletivamente, entre outros fatores que contribuíram para aprofundar e ampliar a discussão dos conceitos matemáticos explorados.

CONCLUSÃO

A partir deste estudo, pode-se afirmar que é possível desenvolver um trabalho diferenciado

na área da Educação Matemática, no que diz respeito à argumentação presente no discurso dos professores no decorrer de atividades de geometria dinâmica com a utilização de *softwares* gratuitos.

Também, foi possível refletir acerca das contribuições, que a implementação de tais atividades nas aulas de Matemática pode proporcionar aos sujeitos do processo de ensino e aprendizagem, pois trataram-se de práticas significativas de valorização da argumentação.

A exploração de *softwares* gratuitos, considerando as possibilidades que estes apresentam para o desenvolvimento de atividades de Matemática, torna-se

imprescindível no momento atual. Com a inclusão cada vez maior das Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC) em diferentes contextos, estas estão ganhando espaço no contexto educacional, sobretudo na disciplina de Matemática, o que implica em uma atualização constante de professores e futuros professores.

Em relação à valorização da argumentação veiculada nas atividades realizadas no Laboratório de Informática, foi possível evidenciar, com o presente estudo, que esse é um ambiente que conduz à experimentação, elaboração de ideias e conjecturas, e, conseqüentemente, à argumentação, que, por sua vez, tem papel fundamental na construção de significados. Isso vem a ser confirmado por Rovani, Bressan e Scheffer (2009) quando destacam que as tecnologias são parte integrante do processo da descoberta, incentivando a compreensão e a significação.

Nas atividades realizadas nas oficinas com professores, os questionamentos que levaram a argumentação, o diálogo, a troca de informações e a complementação de ideias enriqueceram os encontros.

Desse modo, consideramos que se deve valorizar e incentivar a argumentação no processo de ensino e aprendizagem de Matemática, propiciando ao aluno o desenvolvimento de cada um, a fim de que este possa expressar seus pensamentos, aprender com os outros, criar e produzir em nível pessoal e coletivo.

A experiência vivenciada pelos professores de Matemática nas oficinas de interação da argumentação com tecnologias possibilitou que suas práticas pedagógicas se tornassem mais significativas, aperfeiçoando o processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Afinal, de acordo com Bittar (2006), somos reflexos de nossas experiências.

BIBLIOGRAFIA

ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

BITTAR, M. Possibilidades e dificuldades da incorporação do uso de *softwares* na aprendizagem da matemática. Um estudo de um caso: o *software* Aplusix. In: **Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, 3., 2006, São Paulo. Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. São Paulo: UFMS, 2006. p. 1-12.

BRESSAN, J. Z.; SCHEFFER, N. F. Argumentação nas aulas de matemática: um desafio possível para os professores. **Revista Perspectiva**, Erechim, v. 33, n. 123, p. 7-19, set./2009.

DUVAL, R. Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.) **Aprendizagem em Matemática: Registros de Representação Semiótica**. Campinas: Papyrus, 2003. p. 7-33.

NACARATO, A.; MENGALI, B. L.; PASSOS, C. L. B. **A matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: tecendo fios do ensinar e do aprender**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009. Cap. 3, p. 51-79.

RAMOS, M. G. Educar pela Pesquisa é Educar para a Argumentação. In: MORAES, R; LIMA, V. M. R. **Pesquisa em Sala de Aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

ROVANI, S.; BRESSAN, J. Z.; SCHEFFER, N. F. Possibilidades didáticas de investigação do *software* gratuito Régua e Compasso na exploração do triângulo equilátero. **Revista Vivências**, v. 5, n. 8, out., Erechim, 2009.

SCHEFFER, S. A Argumentação em Matemática na Interação com Tecnologias. **Revista Ciência e Natura**, v. 34, n. 1, Santa Maria, 2012.

RECEBIDO EM: 27.07.2012

APROVADO EM: 15.05.2013