

MusiCALcolorida: formas musicais e coloridas para representar e explorar números¹

*Maisa Aparecida Siqueira Rodrigues
Lulu Healy*

Muitos alunos dos Ensinos Fundamental e Médio apresentam dificuldades em apropriar de forma ampla o conceito de números racionais, mostrando ter uma compreensão limitada desses números em seus diferentes significados (razão, parte-todo, quociente, medida e operador). Observamos em algumas atividades aplicadas em aula, que além das dificuldades com as operações que envolvem decimais e frações, os alunos apresentam também dificuldades na interpretação do conceito dos números racionais devido a um forte vínculo com os conceitos e propriedades dos números naturais ou inteiros. A falta de dominar esse conceito gera outras dificuldades que poderiam interferir na aprendizagem de como representar um número decimal em fração (ou vice versa), como diferenciar um número racional de um número irracional, como identificar uma dízima periódica, como identificar a partir de uma fração se esse número é um decimal exato ou periódico, etc.

Podemos citar, por exemplo, Damico (2007) que aponta para os resultados da análise pedagógica do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp, 1998) como uma indicação que muitos alunos no 1º Ano do Ensino Médio não conseguem resolver situações-problemas que envolvem operações com números racionais representados na forma fracionária. Ele sugere que isso pode ser resultante da ênfase curricular em procedimentos mecanizados em detrimento do desenvolvimento da compreensão desses números em seus diferentes significados. Os resultados dos Saresp 2005 e 2007 também mostram que os alunos permanecem com dificuldades de identificar e interpretar informações envolvendo números

¹ A primeira parte deste artigo foi adaptado de RODRIGUES (2008).

racionais e seus diferentes significados, como também resolver situação-problema com esses significados em diferentes contextos, tanto que a proposta do Estado de São Paulo em 2008, conhecida como São Paulo Faz Escola (2008), teve como foco a retomada dessas habilidades na preparação do material para o aluno no 1º Ano do Ensino Médio (Jornal do Aluno).

Em frente dessas diferentes dificuldades, uma questão levantada em nossa pesquisa é a possibilidade de utilizar diferentes recursos tecnológicos no ensino da Matemática para tentar amenizar essas dificuldades e tornar a aprendizagem mais significativa ao aluno e assim possibilitar o seu envolvimento no processo de ensino-aprendizagem. Segundo os PCN, a utilização de recursos tecnológicos:

... pode contribuir para que o processo de ensino e aprendizagem de Matemática se torne uma atividade experimental mais rica, sem risco de impedir o desenvolvimento do pensamento, desde que os alunos sejam encorajados a desenvolver seus processos metacognitivos e sua capacidade crítica. (Brasil 1998, p.45).

O trabalho de Karrer (1999) sobre o uso da calculadora no ensino de logaritmo e o de Drisostes (2006) sobre o *design* interativo de um micromundo incentivou-nos a desenvolver uma pesquisa com o objetivo de criar um cenário que propicie o ensino e aprendizagem de um conteúdo matemático utilizando tecnologia. Esses trabalhos mostram uma possibilidade de incorporar na prática do ensino de matemática, voltado tradicionalmente para a oralidade e escrita, diferentes maneiras de comunicar, conhecer e aprender saberes.

Apoiando nas ideias de Sinclair *et al* (2006) sobre a Calculadora Colorida, adaptamos e acrescentamos essa ferramenta como uma nova possibilidade de trabalhar o conceito dos números reais. A Calculadora Colorida, segundo Sinclair *et al* (2006), é um ambiente de aprendizado com características (cor, tamanho e rapidez) que encorajaram os alunos a explorar os conceitos desses números pela experimentação e investigação.

Essa ferramenta, *MusiCALcolorida* apresenta, além das representações numéricas usualmente associadas as calculadoras, uma representação visual e

uma representação sonora dos números racionais (e irracionais) atribuindo para cada dígito uma nota musical, por esse motivo Calculadora Colorida e Musical.

Por meio de investigações de aprendizes trabalhando com esta calculadora, nossa pesquisa está relacionada com a aprendizagem (para aqueles que ainda não entenderam) e a resignificação do conceito dos números racionais em alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio de uma escola Pública, com o objetivo de analisar as concepções que emergem nas narrativas elaboradas por eles na interação com o recurso tecnológico a Calculadora Colorida e Musical.

MusiCALcolorida

O uso da calculadora é uma questão bastante polemizada no ensino de matemática. Uma das discussões sobre o seu uso no ensino é a crença que muitos professores, pais e alunos tem de que seu uso pode afetar a memória, diminuindo assim a capacidade de raciocinar. Segundo D'Ambrósio (2003), não existem pesquisas que confirmam esse fato e atribui a esses temores o excesso de conservadorismo e a falta de visão histórica:

A história nos ensina que só pode haver progresso científico, tecnológico e social se a sociedade incorporar, no seu cotidiano, todos os meios tecnológicos disponíveis. Assim, depois da invenção da escrita, não se pode justificar que alguém se recuse a ler e escrever... a sociedade se organiza em função da tecnologia disponível. E como se justifica continuar operando com a tecnologia de aritmética de papel, lápis e tabuada?" (D'Ambrósio 2003).

O que D'Ambrósio coloca não é a abolição do lápis e papel no ensino de matemática, mas sim abrir novas possibilidades nesse ensino incorporando a tecnologia e permitindo o acesso do aluno, como também, o preparando para se integrar ao mundo moderno, pois computadores, calculadoras e outros recursos tecnológicos (celulares, MP3...) estão cada vez mais presentes nas diferentes atividades humanas.

Então, visando desenvolver um ambiente computacional focado no domínio dos números racionais que permite ao aluno a reconstruir e organizar o conceito e propriedades desses números, trabalhando tanto na representação fracionária como decimal, e também apresentar uma nova abordagem de ensino para alunos que em algum momento de sua vida escolar já viram e aprenderam algumas propriedades sobre esses números, desenvolvemos MusiCALcorida.

Seu procedimento de uso não se difere muito de uma calculadora comum. Na tela do computador esta calculadora apresenta simultaneamente uma representação numérica, visual e sonora para um número decimal, pois cada dígito corresponde a uma cor (visual) e uma nota musical (sonora), como apresentado em Figura 1.

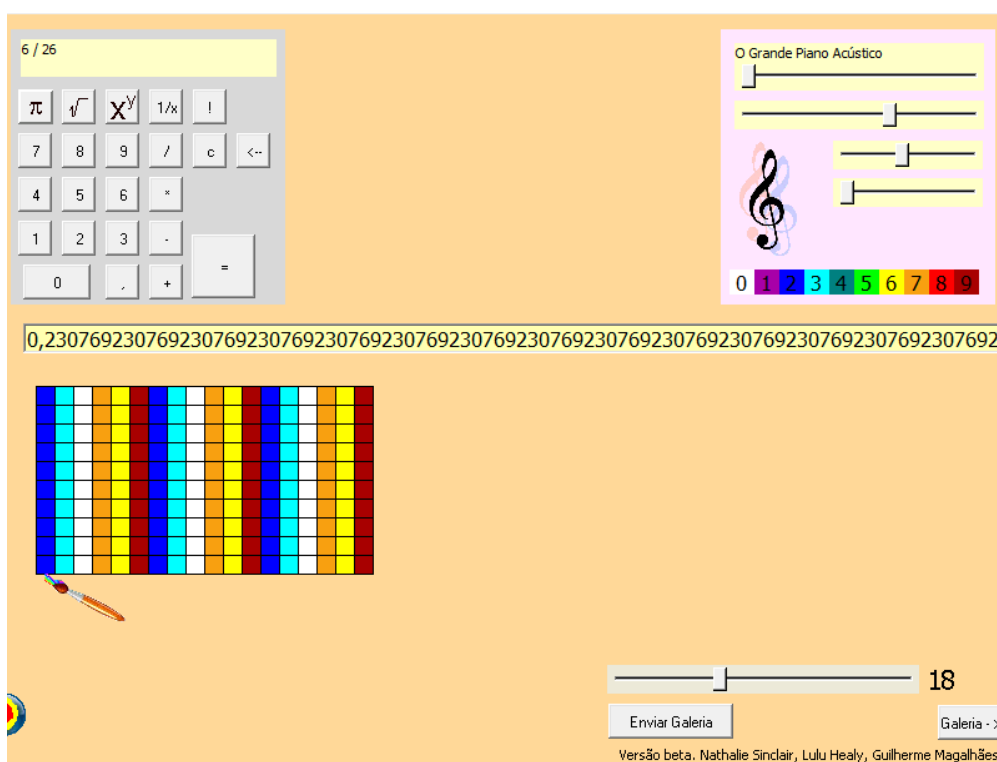


Figura 1: A interface da *MusiCALcolorida*

Na interface da calculadora existe um quadro ou tabela em branco que pode ser pintando quando se realiza uma operação, em especial a divisão, obtendo um número decimal. Para obtermos o som atrelado ao número basta clicar sobre a clave de sol. Vale salientar que os quatro botões acima dessa clave permitem mudar o tipo de instrumento, o tempo das notas, o tom e a

diferença de tempo entre as notas. Existe também uma tabela ou quadro colorido que representa cada dígito após a vírgula. Ao clicar na clave de sol temos o respectivo som desse número, assim cada resultado é representado simultaneamente por uma sequência decimal, uma tabela colorida e um som.

A calculadora opera em uma precisão máxima de mais que 5.000 dígitos decimais, isto é possível pela troca do tamanho dos quadros pintados e a dimensão da tabela colorida que podem ser alterados pelo usuário. No exemplo mostrado em Figura 1, a representação tem 500 casas decimais, organizado em 50 colunas, mas podemos obter diferentes representações coloridas alterando a “extensão da tabela”, ou seja, o mesmo resultado em diferentes modelos de tabela em diferentes padrões de cores como podemos observar nas Figuras 2 e 3.

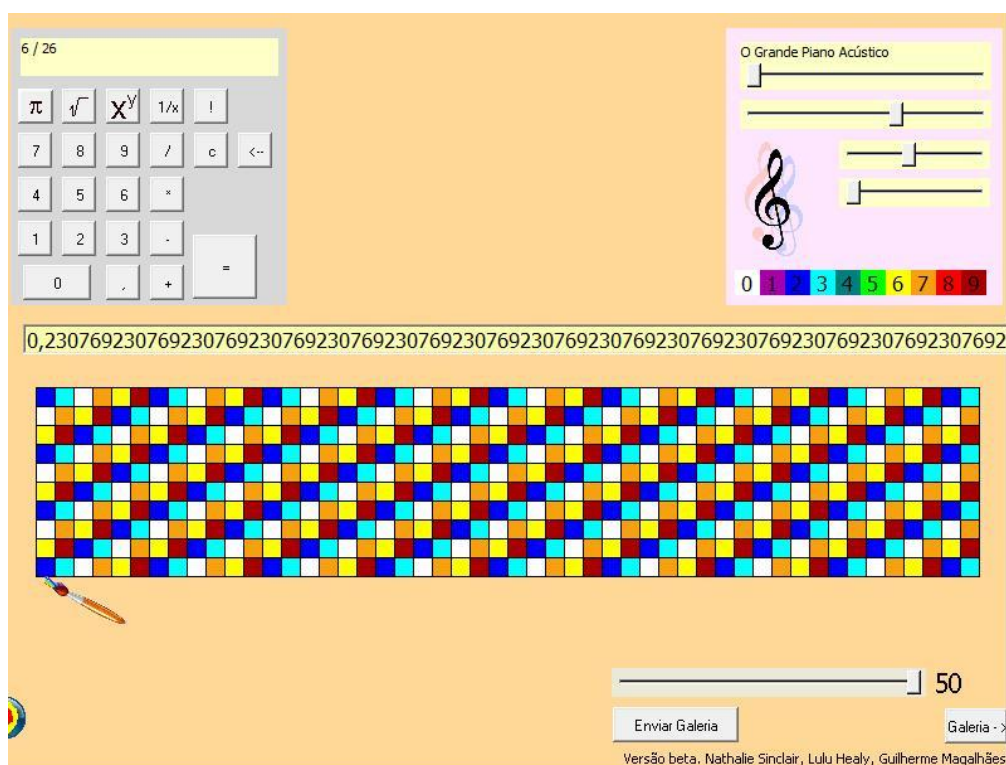


Figura 2: Representação de 6/26 na Calculadora Colorida usando uma tabela de extensão 18

A tabela de extensão 18 (Figura 2), para número 6/26, produz um padrão de cor que de acordo com Sinclair et al (2006) chamamos de listras. já a tabela de extensão 17 (Figura 3) produz um padrão que chamamos de diagonais, no caso, à esquerda, pois essas podem aparecer à direita.



Figura 3: Representação de 6/26 usando uma tabela de extensão 17

No caso em que a tabela colorida aparece com duas cores diferentes alternadas, por exemplo para o número 1/99, chamamos esse padrão de tabuleiro, como mostra a Figura 4.

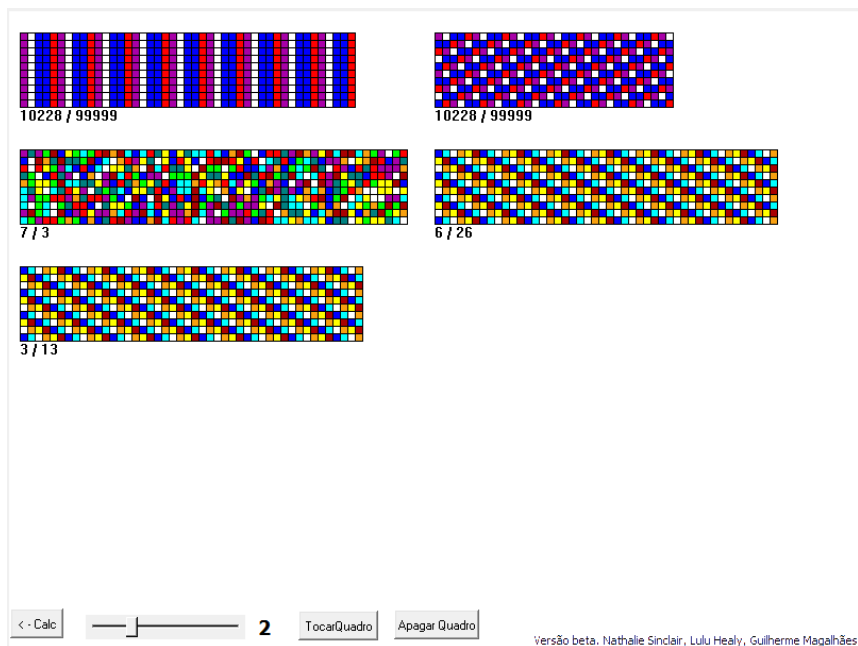


Figura 6: A Galeria

Pensamos que interações com *MusiCALcolorida* podem ajudar alunos a experimentar algumas das diferenças entre números racionais e números irracionais, mas sabemos que, no caso de dízimas periódicas nas quais o período é grande, poderia ser difícil para ver que realmente tem repetição. Por exemplo, na pintura para o número $1/313$ (Figura 7), mesmo com 500 casas decimais é difícil ver regularidade e a pintura aproxima a uma pintura de um número irracional (Figura 8 mostra a pintura para o número $\sqrt{5}$).

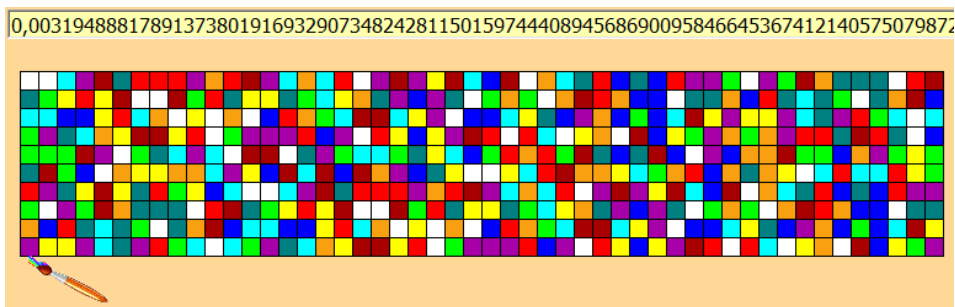


Figura 7: Uma pintura do número $\frac{1}{313}$

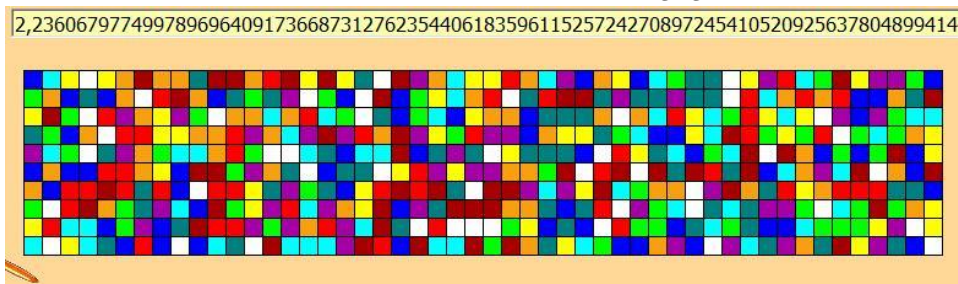


Figura 8: A pintura do número $\sqrt{5}$

Terminamos então esta breve descrição da *MusiCALcolorida* com outra pintura para $1/131$. Na Figura 9, aumentamos bastante o número de casas decimais e organizamos a pintura em 78 colunas, é muito mais fácil perceber a regularidade característica de representações decimais de números racionais.

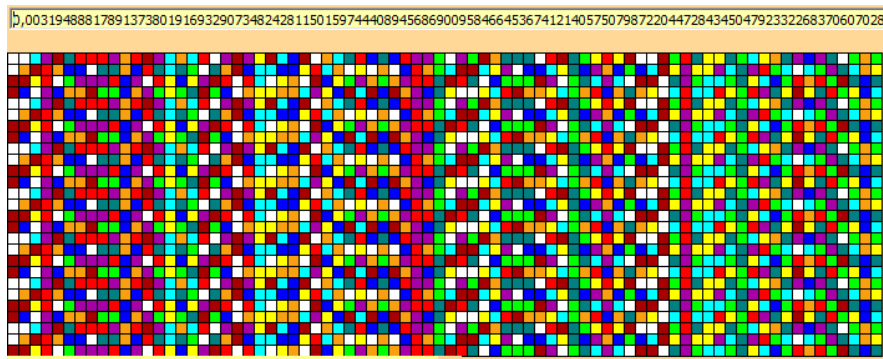


Figura 9: Outra pintura do número $\frac{1}{313}$