



## **A importância de trabalhar a Geometria dos Fractais nos cursos de formação de professores de matemática.**

Amanda **Pranke**

Universidade Federal de Pelotas

Brasil

amandapranke@ymail.com

Gabriela Iven **Heling**

Universidade Federal de Pelotas

Brasil

gabryelaih@hotmail.com

Kátia Martins **Rocha**

Universidade Federal de Pelotas

Brasil

kmartinsrocha@bol.com

Denise Nascimento **Silveira** (orientadora)

Universidade Federal de Pelotas

Brasil

silveiradenise13@gmail.com

Márcia Rosales Ribeiro **Simch** (orientadora)

Universidade Federal de Pelotas

Brasil

marciasimch@gmail.com

### **Resumo**

Somos discentes do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Pelotas, futuras educadoras e bolsistas do Projeto PIBID UFPel / 5ª. CRE, inserido no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Através das experiências nesse projeto e nos estágios supervisionados percebemos que os alunos apresentavam dificuldades em relação aos números complexos, pensamos nos fractais como uma possibilidade de superação, para isso trabalhamos a Poeira de Cantor, a Curva de Koch e a Ilha de Koch, utilizando o software Geogebra, explorando alguns conteúdos matemáticos, aplicando questionários com licenciandos e fazendo algumas discussões. Nosso objetivo com essa pesquisa era encontrar novas metodologias de ensino para Matemática e constatamos com esse estudo, que

realmente os fractais são uma ótima ferramenta para o educador que visa um ensino de qualidade, baseado na contextualização e na interdisciplinaridade.

*Palavras chave:* fractais, software geogebra, metodologias para o ensino da matemática, contextualização, interdisciplinaridade.

### **Como Chegamos a este Trabalho**

Trabalhar uma aula dinâmica, atrativa e significativa é o sonho de praticamente todos os educadores, conosco não é diferente. Somos discentes do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Pelotas, bolsistas do Projeto PIBID UFPel / 5ª. CRE, inserido no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

Nesse projeto, são desenvolvidas diferentes atividades de aproximação entre os alunos e os saberes escolares. Para tanto são trabalhadas monitorias, oficinas e a elaboração e implementação de um projeto interdisciplinar com temática pensada a partir de uma pesquisa sobre o desejo e a necessidade dos alunos em conhecer e aperfeiçoar saberes do cotidiano.

Durante o desenvolvimento do projeto e no período dos estágios supervisionados observamos que os alunos apresentavam dificuldades na compreensão dos conteúdos trabalhados de maneira tradicional, devido à ausência de contextualização. Como futuras educadoras, buscamos alternativas para a melhoria do ensino, com este objetivo iniciamos uma pesquisa sobre números complexos, visto que, são considerados de difícil compreensão, e conseqüentemente não tem recebido grande atenção, e nas poucas vezes em que conteúdos envolvendo esses números são trabalhados, o enfoque é puramente algébrico, ou seja, perde-se a riqueza da visualização fornecida pela abordagem geométrica. Porém, ambas as abordagens devem ser trabalhadas em conjunto, pois caso contrário tal ensino continuará sem sentido.

A partir desse estudo, vimos nos fractais uma alternativa para trabalharmos com os números complexos, no entanto, percebemos que este tema era muito mais amplo do que pensávamos inicialmente, com esta descoberta fomos à busca de um maior esclarecimento sobre os fractais, percebendo os diversos conceitos básicos da matemática que podem ser explorados através dessa geometria.

Além disso, a Geometria dos Fractais é a matemática do futuro, e assim ela é mais interessante para o jovem, pois se assemelha com o que se vê na televisão e nos computadores (D'Ambrosio). Na atualidade, atrair os alunos para a sala de aula não é uma tarefa fácil, uma das formas de se fazer é reorganizar o currículo, para que o mesmo esteja baseado em coisas modernas, como por exemplo, teoria do caos, fractais, fuzzies e teoria de jogos, despertando assim, o seu interesse.

Observando a importância dos fractais notamos a necessidade de discutir esse tema dentro do curso de formação de professores de matemática, aproveitando a disciplina de Instrumentação para o Ensino da Matemática II, do nosso curso, e então resolvemos questionar a importância dos graduandos terem um espaço para conhecer, buscar e discutir novas idéias para capacitar ao futuro professor de matemática.

O presente artigo mostra algumas formas de se trabalhar com a geometria dos fractais, explorando os conteúdos de matemática contidos no currículo da escola básica, e também os resultados obtidos com a aplicação dessa proposta a licenciandos de matemática.

### **Estudando os Fractais**

Durante muitos anos a geometria euclidiana foi vista como a geometria que melhor descrevia o mundo em que vivemos. Porém, através de vários questionamentos, que se deram no decorrer dos tempos, sobre a sua consistência, em especial do quinto postulado de Euclides, pois através da discussão do mesmo deu-se um grande acontecimento na história da matemática, a descoberta de geometrias não euclidianas, dentre elas a geometria dos fractais.

O matemático polonês Benoit Mandelbrot com o apoio da International Business Machines (IBM), a partir do problema de ruídos eletrônicos nas linhas telefônicas em rede entre computadores, desenvolveu uma análise matemática onde percebeu as hierarquias de flutuações de todo os tipos que não podiam ser descritos pelos modelos estatísticos existentes na época. Para resolver o problema empregou um trabalho antigo de George Cantor, chamado Poeira de Cantor (figura 1), que é um subconjunto do intervalo  $[0,1]$  definido como limite de um processo iterativo, o que deu surgimento a geometria dos fractais.



Figura 1. Poeira de Cantor

Para dar início ao nosso estudo, apresentamos uma definição de fractal segundo Mandelbrot (2004), os fractais são formas geométricas abstratas de uma beleza incrível, com padrões completos que se repetem infinitamente, mesmo limitados a uma área finita. O autor obteve sua motivação para esse estudo observando as formas encontradas na natureza, as quais apresentam padrões irregulares, como por exemplo, a folha de uma samambaia (figura 2).

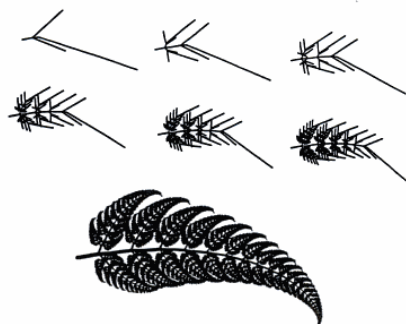


Figura 2. Forjamento Fractal de uma samambaia.

A construção dos fractais se dá através de processos iterativos classificados em dois tipos: fractais geométricos e fractais algébricos (não-lineares). Os geométricos repetem padrões continuamente; já os algébricos guardam a simetria de escala, porém a transformação é imprevisível e geralmente, são construídos em computador.

Os fractais são resultados de funções simples ou complexas e suas principais características são: auto-semelhança, dimensionalidade e complexidade infinita. Definimos tais características baseadas em Borssoi:

Auto-similaridade: ao tomar um trecho do fractal, percebemos que tal trecho é semelhante ao fractal, apenas com uma redução na escala, do tamanho original.

Esta característica permanece em qualquer nível de construção do fractal;

Estrutura fina: o grau de detalhamento de um fractal não diminui se examinarmos

uma porção arbitrariamente pequena do mesmo. O fractal possui detalhes em partes tão pequenas como possamos imaginar;  
Simplicidade da lei de formação: o alto grau de detalhamento e a complexidade da estrutura de um fractal não impedem que sejam formados por processos simples. Assim é possível construirmos fractais, aplicando algoritmos. ( 2005, p.11)

Em se tratando da dimensão dos fractais, iniciamos com a definição da dimensão de figuras de acordo com Serra (1997, p.14): “A dimensão de uma figura, é uma dimensão topológica, que se exprime sempre como um número inteiro.”

Os fractais são figuras que possuem dimensão topológica, porém pode se considerar o conceito de dimensão espacial que relaciona o espaço que a figura ocupa. Por exemplo, podemos observar que a Ilha de Koch (figura 3) ocupa mais espaço que uma curva simples e, no entanto, não ocupa um espaço do tamanho do plano que a contém, portanto possui uma dimensão maior que um e menor que dois, isto é, uma dimensão fracionária. Ainda, segundo Serra (1997, p.15): “As dimensões fracionárias são usualmente denominadas dimensão fractal.”



Figura 3. Ilha de Koch

A partir de então a geometria dos fractais tem atraído interesse científico e educacional devido à sua potencialidade, isto é, pelo grande poder de análise dos objetos da natureza, pois modela suas irregularidades. No início do século passado essas irregularidades eram vistas como aberrações matemáticas, pois desafiavam as noções comuns de infinito e para as quais não havia uma explicação objetiva, no entanto atualmente possuem um papel notável na interpretação da realidade.

Dessa forma, seu uso tem ocorrido em diversas áreas da ciência, tecnologia e arte. Como por exemplo, na Biologia ajuda a compreender o crescimento das plantas; na Física, possibilita o estudo de superfícies intrincadas (distribuição das galáxias); na Engenharia e nas comunicações telefônicas (ruídos); na Medicina para detecção de núcleos atípicos e também é utilizada na Geografia, no estudo de erosões, distribuição dos afluentes de um rio e na formação das nuvens.

Os fractais são fonte riquíssima a ser explorada no ensino da matemática, portanto sua inserção no currículo escolar pode contribuir para o que os PCNEM chamam de interdisciplinaridade, pois permite associar os diversos conceitos matemáticos, tais como área, volume, perímetro, progressões, números complexos, logaritmos, polinômios, com os de outras áreas de aplicação citadas anteriormente.

Além disso, as construções dos fractais são instigantes, e despertam a curiosidade do processo iterativo, requerendo lógica, raciocínio geométrico e possibilitando uma noção de infinito, evidenciando sua importância para o ensino.

### Revisão e Fundamentação Teórica

Na escola a matemática é vista pelos alunos como algo difícil e desinteressante, essa concepção deve-se a forma como ela é trabalhada pelos professores, os quais no dever de cumprir o extenso programa ensinam somente fórmulas e conceitos sem a preocupação de dar

significado ao conteúdo estudado, conforme afirma Lucia Moysés:

[...] a escola desenvolve o trabalho matemático sem se preocupar muito com a questão da contextualização. Ele se faz, essencialmente, com base em fórmulas, equações e todo tipo de representações simbólicas [...] ao que parece, não há muita continuidade entre o que se aprende na escola e o conhecimento que existe fora dela. [...] Dificilmente se mostra para o aluno a relação direta e óbvia que há entre a escola e a vida. (1997, p.61)

Tentando modificar essa visão de ensino, optamos por trabalhar com a Geometria dos Fractais, pois através dessa temática o aluno tem a oportunidade de visualizar representações matemáticas para padrões da natureza utilizando softwares, ou seja, essa disciplina se tornará mais significativa. Logo, ele irá perceber a relação entre a matemática da escola e a matemática do cotidiano, havendo contextualização. Concordando com Sallum:

A introdução de fractais no Ensino Médio, além de satisfazer a curiosidade de quantos já ouviram falar neles, propicia a oportunidade de trabalhar com processos iterativos, escrever fórmulas gerais, criar algoritmos, calcular áreas e perímetros de figuras com complexidade crescente, introduzir uma idéia intuitiva do conceito de limite e é um excelente tópico para aplicação de progressões geométricas e estímulo ao uso de tabelas. (2005, p.1)

Portanto, ressaltamos que a utilização dos Fractais justifica a importância do estudo de diferentes conteúdos de matemática, optamos por abordar esse assunto em uma disciplina do nosso curso, indo ao encontro do que diz D' Ambrósio:

Um bom exercício para o docente é preparar uma justificativa para cada um dos tópicos do programa – mas não vale dar justificativas internalistas, isto é, do tipo “progressões são importantes para entender logaritmos”. Pede-se justificativas contextualizadas no mundo de hoje e do futuro. (1996, p.32)

Para isso, acreditamos que “Uma das tarefas mais urgentes é educar o educador para uma nova relação no processo de ensinar e aprender, mais aberta, participativa, respeitosa do ritmo de cada aluno, das habilidades específicas de cada um.” (MORAN, 2008, p.5). Inicialmente, aplicamos algumas atividades sobre Fractais com nossos colegas de graduação, com intuito de motivá-los a refletir sobre suas práticas pedagógicas e valorizar a construção dos saberes, segundo Freire:

É preciso, sobretudo, e aí já vai um destes saberes indispensáveis, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito da produção do saber, se convença definitivamente de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção. (1996, p.22)

Acreditamos que após essas reflexões se evidencia a necessidade de compreender que os alunos mudaram, portanto, também se deve mudar a metodologia de ensino adotada pelos professores, ou seja, deixar o ensino da matemática mais interessante e significativo.

Com os Fractais e o uso das tecnologias esperamos estar contribuindo para essa reflexão e posteriormente para essa “mudança”, vimos que:

A geometria fractal pode diminuir a resistência que alguns alunos apresentam no estudo da geometria como um todo. Fazer a relação de um desenho gerado com uma forma encontrada na natureza pode ser um exercício muito proveitoso para diminuir a barreira do aluno com a disciplina. (RINALDI, MENEZES, 2007, não paginado)

Durante a nossa pesquisa trabalhamos com a Geometria Fractal, utilizando o software

Geogebra, pois pensamos que:

No processo de ensino, os docentes devem ser capazes de expressar o conhecimento matemático tanto no formato digital quanto no giz e lousa, desse modo fazendo o uso da tecnologia mais adequada de acordo com o contexto. (MISKULIN, SILVA, AMORIM, 2009, p.246)

No momento da escolha do software o professor deve estar atento quanto à realidade da escola onde atua analisando a viabilidade de ser trabalhado, bem como, o interesse de seus alunos no desenvolvimento das atividades propostas, para que o uso do computador seja uma ferramenta de auxílio a aprendizagem. Para isso, “o educador precisa estar atento para utilizar a tecnologia como integração e não como distração ou fuga.” (MORAN, 2009, p.5)

Através de todas essas reflexões fica nítido que o educador além da característica de professor necessita também ser pesquisador, conhecendo o seu aluno e a realidade onde está inserido, buscando novas metodologias de ensino. Pois, ensinar matemática vai muito além do ensino de fórmulas e algoritmos, conforme Oliveira:

Ensinar Matemática é desenvolver o raciocínio lógico, estimular o pensamento independente, a criatividade e a capacidade de resolver problemas. Nós como educadores matemáticos, devemos procurar alternativas para aumentar a motivação para a aprendizagem, desenvolver a autoconfiança, a organização, a concentração, estimulando a socialização e aumentando as interações do indivíduo com outras pessoas. ( 2007, p. 5).

### **Metodologia**

A atividade teve como participantes alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Pelotas (UFPe), aplicada na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Matemática II, oferecida no 6º semestre do mesmo.

Primeiramente foi aplicado um questionário prévio para identificar os conhecimentos dos discentes sobre o tema fractal. Posteriormente, foram trabalhados alguns fractais, fazendo a sua relação com conteúdos do ensino médio, tendo como auxílio o software Geogebra, pois “as novas tecnologias, em especial, a informática (computador e softwares educacionais) são fundamentais no processo de construção e obtenção dos fractais.” (BALDOVINOTTI, 2008, p.7). Sendo assim, esse ambiente foi escolhido devido ao seu fácil manuseio, ser de fácil acesso, por abordar diferentes conceitos matemáticos (área, perímetro, infinito, progressão geométrica) e construir os diferentes tipos de fractais que foram discutidos no decorrer do trabalho.

### **Poeira de cantor**

Inicialmente, construímos com os alunos o fractal a Poeira de Cantor com o auxílio do software Geogebra, a qual é construída da seguinte maneira: considere um segmento de reta com uma unidade de comprimento, divida o segmento em três partes iguais e elimine a central, repita a construção em cada segmento sucessivamente e indefinidamente. Concomitantemente com a construção da figura explicamos o que é um fractal, qual a origem, as suas propriedades e principais aplicações.

Após essa breve explanação sobre o que é e como se dá a sua construção, instigamos os alunos a reconhecer o padrão por ela apresentado, sendo que para desenvolver tal proposta os estudantes deveriam fazer anotações sobre os resultados obtidos a cada iteração, e assim ter as ferramentas necessárias para construir a fórmula geral do fractal trabalhado, com o intuito de os discentes identificarem que tal processo poderia ser representado por uma Progressão

Geométrica, que representava a quantidade de segmentos a cada iteração.

### Curva de koch

No segundo momento distribuimos as imagens do fractal a Curva de Koch, no qual foram apresentadas três construções, sendo que na figura 4 foi traçada uma curva que vai do ponto A até o ponto B, formado por quatro segmentos de mesmo comprimento, igual a um terço da distância de A até B.



Figura 4.

Na figura 5, em cada um dos segmentos da curva anterior, foi reproduzida uma cópia da primeira figura, reduzida a um terço do seu tamanho, de modo a formar uma curva de A até B, agora formada por 16 segmentos.

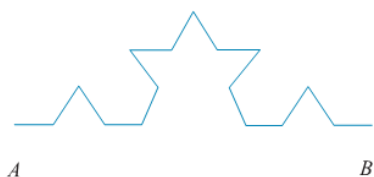


Figura 5.

Na figura 6, em cada um dos segmentos da figura 5, foi reproduzida uma cópia da figura 4.

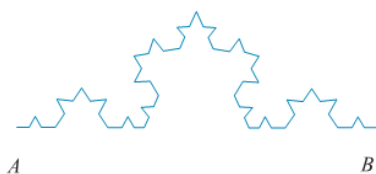


Figura 6.

A partir das figuras obtidas solicitamos aos alunos que contassem o número de lados, o número de cópias da figura 4 e calculassem o perímetro da figura, considerando a distância de A até B como 1 unidade de comprimento, analisando os resultados obtidos foi solicitado a fórmula geral de cada item observado.

### Ilha de koch ou floco de neve

Em um terceiro momento construímos a ilha de Koch utilizando o software Geogebra, para isso utilizamos a construção feita para a curva de Koch, repetindo-a para cada lado do triângulo equilátero.

Finalmente, após essas atividades coletamos as anotações feitas pelos alunos, com o propósito de analisá-las, buscando verificar o raciocínio desenvolvido, como também será observado o conhecimento adquirido sobre os fractais, através de um questionário final aplicado

após as atividades, visando contribuições e complementações a pesquisa.

### **Resultados e Discussões**

Após a aplicação do questionário inicial percebemos que a maioria dos alunos estava cursando o 6º semestre, e nenhum soube definir o que seria um fractal. Porém, afirmaram terem trabalhado poucas vezes sobre esse assunto e destacaram que o mesmo poderia ser utilizado em conteúdos de geometria, logaritmos e números complexos. Ao questionarmos sobre a aplicação desse conteúdo nas escolas todos responderam que seria viável e importante, mas não saberiam como fazê-lo.

Posteriormente foi feita uma discussão sobre a geometria fractal, apresentando os conceitos da Poeira de Cantor, da Curva de Koch e da Ilha de Koch para assim fazer a construção do conceito de fórmulas gerais, e pudemos constatar que apesar de os alunos não terem domínio do assunto, conseguiram fazer as relações propostas, trabalhando adequadamente conceitos de progressão geométrica, área e perímetro.

Através da aplicação do questionário final percebemos que todos os alunos acham importante trabalhar com os fractais na universidade devido a sua aplicabilidade à matemática afirmando que o mesmo é útil na compreensão de conceitos mais abstratos.

Acreditamos que a discussão que realizamos foi extremamente significativa na compreensão desse assunto, pois agora responderam que é possível utilizar os fractais na escola para se trabalhar conteúdos de geometria, progressão aritmética, progressão geométrica e, principalmente, o raciocínio lógico. Todos afirmaram que o ensino da matemática através dos fractais será significativo, pois dará significado aos conceitos matemáticos, ressaltando assim a importância da nossa pesquisa.

No decorrer da realização deste trabalho, seja na sua elaboração ou na aplicação com os discentes da disciplina Instrumentação para o Ensino da Matemática II, foi possível observar o quanto é importante a Geometria dos Fractais para a formação de futuros professores de matemática. Este conteúdo, pouco trabalhado em nosso curso, é riquíssimo de conteúdos e aplicabilidade, e através de seu ensino se torna mais fácil lecionar aulas dinâmicas e atrativas para alunos da educação básica, reforçando a necessidade das universidades trabalharem novas metodologias com os estudantes.

Nos cursos de Licenciatura, os conteúdos e as metodologias andam em paralelo, não se faz a intersecção entre eles (ANDRADE). O ensino dos Fractais é um meio de promover esta ligação de forma natural entre o saber pedagógico e o saber matemático, visto que ao trabalhar com o mesmo, estará trazendo o cotidiano para a sala de aula, como também mostrando a esses alunos a relação existente entre as diversas áreas do conhecimento, considerando que esta geometria surgiu para explicar/resolver problemas reais.

A partir desse tipo de propostas ajudaremos para formação de professores mais qualificados e com uma maior capacidade para atuar dentro das salas de aula.

### **Considerações Finais**

Chegamos a esse trabalho, como dito anteriormente, através do estudo sobre os números complexos, vimos nos fractais uma possibilidade de aplicação dos mesmos, porém o assunto é muito amplo e não conseguimos abordar aqui o Conjunto Julia que trabalha com esses números, portanto, pensamos em discutir esse assunto em pesquisas futuras.

Nosso propósito aqui era destacar a importância da geometria dos fractais, pensando-a como uma estratégia metodológica diferenciada para o ensino da matemática. Percebemos com nossa pesquisa que nossos colegas, assim como nós, acreditam na possibilidade da utilização dos fractais na escola, como uma ferramenta para reduzir a resistência dos alunos em relação aos conceitos matemáticos.

Portanto, ressaltamos a importância de nossa pesquisa no campo da educação matemática, pois os fractais são fonte riquíssima a ser explorada no ensino médio, devido a suas inúmeras aplicações nas diferentes áreas do conhecimento, contribuindo a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos.

### **Bibliografia e referências**

- Andrade, V. L. X. de, & Bastos, H. F. B. N.. Avaliação das mudanças nas concepções de licenciados sobre o papel do professor de matemática. *Educação Matemática em Revista*, São Paulo, ano 13, nº 20-21, p.87-99
- Barbosa, R. M. (2005). *Descobrendo a Geometria Fractal para a Sala de Aula*. Belo Horizonte: Autêntica Editora.
- Borssoi, J. A. (2005). *Geometria Fractal: Alguns conceitos e aplicações*. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso (Matemática), 39p.
- Brasil (2002). Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação.
- Capra, F. (1996). *A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos*. Tradução: Newton Roberval Eíchemberg. São Paulo: Editora Cultrix.
- D'Ambrósio, U. (1996). *Educação Matemática: Da teoria à prática*. Campinas, SP: Papirus.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Miskulin, R. G. S., Silva, M. da R., & Amorim, J. de A. (2009). Educação à Distância: Aspectos implícitos no gerenciamento da mudança na educação mediada por tecnologia. In: Celi Espasandin Lopes; Adair Mendes Nacarato (orgs.). *Educação Matemática Leitura e Escrita: Armadilhas, utopias e realidades*. Campinas, SP: Mercado de Letras.
- Moran, J. M., Masetto, M., & Behrens, M. (2009). *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. 15ª ed. Campinas: Papirus, p.11-65.
- Oliveira, S. A. de (2007). *O lúdico com motivação nas aulas de matemática*. Mundo jovem. 2007, Junho.
- Sallum, E. M. (2005). *Revista do Professor de Matemática*. Fractais no Ensino Médio. Vol.57.
- Serra, C. P.. *Fractais gerados por sistemas dinâmicos complexos*. Ed. 20. Editora Universitária Champagnat. Curitiba, 1997.
- <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Conjunto\\_de\\_Cantor](http://pt.wikipedia.org/wiki/Conjunto_de_Cantor)> Acessado em 25/11/2010.
- <<http://pt.wikipedia.org/wiki/IBM>> Acessado em 25/11/2010.
- <[http://www.faac.unesp.br/posgraduacao/design/textos\\_alcarria/texto20.pdf](http://www.faac.unesp.br/posgraduacao/design/textos_alcarria/texto20.pdf)> Acessado em 25/11/2010.
- <[http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebiapem2008/upload/55-2-A-gt1\\_baldovinotti\\_ta.pdf](http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebiapem2008/upload/55-2-A-gt1_baldovinotti_ta.pdf)> Acessado em 25/11/2010.

**Apêndice A**  
**Questionário Inicial**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Instituto de Física e Matemática**  
**Curso de Licenciatura em Matemática**  
**Questionário para Pesquisa sobre Fractais**

1. Qual semestre estás cursando?
2. Você sabe o que é um fractal? Defina.
3. Você conhece algum fractal famoso? Cite.
4. Você já havia trabalhado com fractais em alguma disciplina na sua graduação? Qual? Achou interessante? Por quê?
5. Em quais conteúdos você acha possível utilizar os fractais?
6. Você acha possível utilizar os fractais na escola? Por quê?
7. Você acha importante trabalhar com fractais na escola? Por quê?

**Apêndice B**  
**Questionário Final**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Instituto de Física e Matemática**  
**Curso de Licenciatura em Matemática**  
**Questionário para Pesquisa sobre Fractais**

**Refletindo sobre o estudo de fractais apresentado responda:**

1. Você acha importante estudar os fractais na universidade?
2. Você acha possível utilizar os fractais na escola? Para trabalhar quais conteúdos? Por quê?
3. Você acha importante utilizar os fractais na escola? Por quê?
4. Você acha que o ensino de matemática através dos fractais será significativo aos alunos?
5. Você utilizaria os fractais em sua prática pedagógica? Por quê?