

# VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática



ULBRA - Canoas - Rio Grande do Sul - Brasil

16, 17 e 18 de outubro de 2013

Comunicação Científica



## EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ESTUDO DA GEOMETRIA FRACTAL POR MEIO DAS RELAÇÕES DO MERCADO FINANCEIRO

Fernando de Candido Pereira<sup>1</sup>

Rivaneide Antônia e Lima<sup>2</sup>

Elcio Schuhmacher<sup>3</sup>

### Educação Matemática e Inclusão

**Resumo:** Este trabalho refere-se ao estudo dos fractais, por meio do comportamento do mercado financeiro de ações, descrito inicialmente como algo que varia com mesma probabilidade de alta ou de baixa, e em seguida conforme as relações dessas variações com a geometria fractal. Ressaltando que o comportamento dos preços no mercado financeiro, não segue uma regularidade descrita pela distribuição normal, mas sim, pela teoria do caos. Neste contexto, sugerimos uma abordagem de estudo da geometria fractal, que utilize os saberes das relações do mercado financeiro. Destacando a importância da utilização de instrumentos tecnológicos, como estimulantes ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. Enfatizando a importância da aprendizagem significativa, e do trabalho interdisciplinar, pois uma única disciplina não comporta tantos saberes, em se tratando do mercado financeiro, destacam-se condições sociais, políticas e econômicas do país, ou do mundo no estudo das oscilações e dos padrões dos preços das ações. Almejando-se com este, a melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

**Palavras Chaves:** Educação Matemática. Fractal. Mercado Financeiro.

### 1. INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, nos é perceptível, a necessidade de instruir os alunos à sua inserção no campo profissional, altamente competitivo, independente da área de atuação, exigindo assim, que o processo de ensino e aprendizagem seja de boa qualidade, desde as séries iniciais do ensino fundamental. Para atingir este objetivo, torna-se imprescindível que o ensino esteja em constante movimento, buscando novas práticas pedagógicas, que despertem o interesse dos alunos pela aprendizagem, buscando-se trabalhar os conteúdos de forma

<sup>1</sup> Mestrando em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - FURB. Professor do Centro Universitário Facvest. [fcandidopereira@yahoo.com.br](mailto:fcandidopereira@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Mestranda em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. FURB. [rivaneide.antonio@hotmail.com](mailto:rivaneide.antonio@hotmail.com)

<sup>3</sup> Doutor em Química. Professor Coordenador do PPGEICIM – FURB. [elcio@furb.br](mailto:elcio@furb.br)

contextualizada, pela qual, os alunos podem correlacionar os saberes com seu cotidiano, desenvolvendo-se assim, uma aprendizagem significativa, no que tange o ensino da matemática.

Segundo Glessler, em grande parte das escolas:

A Matemática trabalhada nos sistemas acadêmicos, especialmente, na Educação Básica, é fragmentada, considerada *gélida* e vista sem sentido, ou seja, sem aplicação. Entretanto, ela está presente na sociedade moderna como uma das principais formas de resolução dos problemas da vida cotidiana. (GRESSLER, 2008, p. 18)

Na prática cotidiana, existe muitos saberes e fazeres matemáticos, números complexos (i), os fractais e a frequência de Fibonacci, como exemplos, que poderiam nos auxiliar em decisões e atitudes que assumimos, os quais são, por vezes, imperceptíveis aos olhos de grande parte das pessoas, principalmente, as vistas dos alunos. Por intermédio disto, ressaltamos a importância de o professor mediar o processo de ensino e aprendizagem, abordando os conteúdos de forma aplicada, ou contextualizada, sempre que possível, para que os alunos compreendam os sentidos destes.

A matemática admite descrever e atuar sobre a realidade, sendo uma ciência que viabiliza o progresso da tecnologia, considerada, por muitos, como meio à resolução de problemas, nas mais diversas áreas, seja econômica, social ou humana. A respeito, os PCN observam que:

A Matemática faz-se presente na quantificação do real - contagem, medição de grandezas - e no desenvolvimento das técnicas de cálculo com os números e com as grandezas. No entanto, esse conhecimento vai muito além, criando sistemas abstratos, ideais, que organizam, inter-relacionam e revelam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados quase sempre a fenômenos do mundo físico. (BRASIL, 1998, p.25)

Discute-se que o processo de ensino e aprendizagem da matemática se tornará mais significativo e eficiente, se os conhecimentos forem abordados de forma contextualizada, levando os alunos a fazerem sua relação com seus saberes prévios, evitando levá-los, a somente decorar algoritmos, processos e regras, evidenciando assim, a necessidade de um processo de ensino e aprendizagem que estimule o aluno a pensar.

Deste modo, sugerimos uma abordagem do ensino dos fractais, por meio do estudo do mercado financeiro de ações, e talvez aplicar suas relações em sala de aula, considerando a

gama de interações que envolvem as oscilações dos preços. O ensino da Geometria, em sua grande parte, se restringe, ao estudo da Geometria Euclidiana, cujas formas são regulares, paralelas e perfeitas, no entanto, o mundo é irregular, as montanhas não podem ser reduzidas geometricamente a cones, as nuvens não são esferas, cubos ou qualquer outro poliedro regular. Essas aproximações das formas geométricas são válidas e necessárias dentro do ensino, mas também se fazem necessários, estudos das irregularidades que se encontram em diversos cenários da natureza, em formas físicas, comportamentos de grupos, de animais ou variações em preços de ações negociadas nas bolsas de valores. Como define Gressler:

Os fractais apresentam uma forma geométrica complexa caracterizada e definida por propriedades como auto-similaridade, irregularidade (forma rugosa ou fragmentada) e uma dimensão não-inteira. Permite, dessa forma, aproximar-se das formas existenciais na natureza, como, por exemplo, a imagem dos litorais marinhos, da projeção das montanhas e das rochas, do contorno de lagos e do traçado de rios, entre outras. (GRESSLER, 2008, p. 23)

E, é precisamente nas análises técnicas de gráficos referentes às oscilações dos preços das ações do mercado financeiro que pode existir uma grande oportunidade para se desenvolver abordagens de ensino e aprendizagem da geometria fractal dentro da sala de aula, estudando assim, certo padrão existente nas oscilações dos preços dos papéis negociados na bolsa de valores que são descritos pela geometria fractal.

Para tanto, pode-se conhecer os modelos criados, historicamente, sobre este tipo de negociação financeira, e seus respectivos funcionamentos. Com este estudo, o aluno poderá vir a ser um conhecedor do mercado financeiro de ações. Cabe ao professor, saber especular o comportamento do mercado financeiro, mostrando alguns movimentos deste, para que seja possível determinar sua relação com a matemática, e com a educação matemática. Podendo assim, conhecer alguns estudos das relações entre fractais e os mercados financeiros, bem como, compreender as oscilações dos preços, antes vistos, como regulares, e posteriormente relacionados ao movimento caótico, e a geometria fractal.

## **2. OBJETIVOS**

Busca-se utilizar estratégias de ensino, seja no ensino básico ou superior, que facilitem a compreensão, por parte dos alunos, de alguns conteúdos matemáticos (números complexos, fractais, frequências, etc.), bem como, suas relações interdisciplinares (biologia, geografia, informática, etc.), juntamente com suas possíveis aplicações, nas mais diversas áreas do

conhecimento. Desenvolvendo para isso, por meio do estudo das estruturas fractais, que, representam geometricamente, as oscilações que ocorrem no mercado financeiro, análises das variações deste. Para desenvolver tais análises, os alunos irão conhecer e se aproximar de novas tecnologias como softwares e sites de internet.

Neste sentido, pretendem-se familiarizar os alunos, com parte do entendimento do funcionamento do mercado financeiro, e sua estrutura de análises, por meio de simulações realizadas com softwares, próprios para isto, proporcionando-lhes assim, estímulos para tornarem-se conhecedores deste. Com isso almeja-se aumentar o nível de atenção dos estudantes referente à aprendizagem destes objetos de estudo, no caso, fractais e mercado financeiro, pois estarão trabalhando o conteúdo de forma contextualizada, e, portanto, mais significativamente.

Como podemos elaborar uma abordagem para o estudo dos fractais, por meio do funcionamento do mercado financeiro?

Quais estratégias utilizar, para ensinar os alunos a operarem softwares de simulação das oscilações do mercado financeiro?

### **3. CONHECENDO O MERCADO FINANCEIRO DE AÇÕES**

O Mercado Financeiro de Ações ou Mercado de Capitais é um sistema de distribuição de valores mobiliários, que proporciona liquidez aos títulos de emissão de empresas e viabiliza seu processo de capitalização. Este é formado pelas bolsas de valores, sociedades corretoras dentre outras instituições financeiras autorizadas. Desta forma cria-se um ambiente para negociações de títulos que representam o capital social das empresas ou valores tomados como empréstimos por estas sendo representados em forma de ações, bônus de subscrição e outros papéis comerciais. Essas ações e papéis podem ser negociados por qualquer pessoa que tenha interesse em fazê-lo, desde que possua uma conta financeira para esse fim. O objetivo do investidor é obter lucro comprando as ações de uma determinada empresa quando seu valor estiver em baixa e vendê-la no momento de maior alta, pois em função de inúmeros fatores os preços sofrem grande oscilação.

Inúmeras teorias buscam explicar as variações do mercado financeiro, dentre elas, as teorias de Bachiler, Markowitz, Sharpe, Black e Scholes, das quais, não entraremos em maiores detalhes. Todas elas, muito elegantes, porém equivocadas, perduraram até parte da década de 1980, seguidas por grande parte dos analistas financeiros. Na atualidade, tais teorias, ainda são ensinadas e consideradas, por grande parte dos investidores, dos mais diversos países.

O modelo criado por Mandelbrot, envolvendo a matemática dos fractais, desde 1960 foi pouco considerado, ganhando mais adeptos, somente após as enormes quedas que acometeram os mercados financeiros, como o crash de 1987, e, os colapsos asiático e russo de 1997 e 1998. Neste contexto, grande parte dos financistas profissionais ficou ciente de que as teorias nas quais se baseavam, apresentavam incoerências.

#### **4. O MATEMÁTICO DOS FRACTAIS**

O matemático Benoit Mandelbrot se dedicava ao estudo de problemas nada bem vistos, ou considerados, por grande parte dos matemáticos de sua época. Ele se interessava pelos diversos ramos da matemática, que por vezes, sua relevância não se apresentava a primeira vista. Suas ideias, em 1960 tornaram-se bem lúcidas e compreensíveis, durante uma palestra, ministrada em Harvard, esta se tratava de como ocorria à distribuição de renda pela sociedade, juntamente com a relação entre ricos e pobres, entre super-ricos e muito ricos, enxergando no diagrama no quadro que esta não se relacionava com a distribuição de renda, mas sim com os oito anos de oscilações no preço do algodão.

Benoit interessou-se pela relação existente entre o gráfico de distribuição de renda e as oscilações do preço do algodão, passando a analisá-los minuciosamente, com o auxílio dos computadores que dispunha na IBM, onde trabalhara. Os analistas econômicos, não enxergavam grande regularidade nas subidas e descidas dos preços, pois não se comportavam conforme a curva de Gauss, ou distribuição normal, na qual, os valores oscilam, em sua grande maioria, ao redor de uma média.

Contudo, Mandelbrot compreendeu que tais variações apresentavam incrível regularidade, desde que fossem comparados em períodos diferentes, possuíam auto-similaridade, conservando-se distribuídas da mesma configuração em escalas diferentes. Cada variação específica do preço se comportava de maneira randômica e aleatória, mas os valores diários mantinham as mesmas variações dos valores mensais, semestrais, anuais e assim por diante. O mais impressionante é que, esses valores mantiveram tal regularidade, aos olhos de Mandelbrot, por mais de 60 anos.

Mandelbrot prosseguiu seus estudos, baseando-se nessa linha de pensamento e buscando compreender como tal regularidade se concretizava, não referente apenas ao preço do algodão, mas em várias outras situações. Estudou para a IBM, o problema de ruídos nas transmissões, o que provocava erros nos dados enviados, este se apresentava difícil de ser solucionado, porque os erros não mantinham uma continuidade, apareciam de modo

imprevisível. Benoit desenvolveu a descrição desses ruídos analisando-os em períodos, separando os momentos com ruídos dos sem ruídos.

Procedeu, fazendo as separações em períodos cada vez menores, mostrando que dentro de um período de erros existiam mais períodos que se distribuía da mesma forma. Matematicamente esse fato pode ser descrito pela teoria dos conjuntos de Cantor, onde começamos com um intervalo de números de 0 a 1, representado por um segmento de reta, eliminamos então um terço médio, o que resultará em dois segmentos de reta. Eliminamos um terço de cada um dos novos segmentos de reta e assim infinitamente, restando no final, apenas poeiras de pontos.



Tabela 1:

Analisando dados extraídos da variação do nível do rio Nilo e compreendeu que poderiam ser descritos pela mesma teoria. Mandelbrot descobria assim, uma geometria, que possibilitaria a descrição do comportamento de um relâmpago, o formato de uma nuvem, a formação dos litorais ou o agrupamento das estrelas em nossa galáxia. Fractal foi o nome selecionado para descrever tais formas naturais e artificiais da natureza. Um fractal é uma forma de comprimento infinito dentro de uma área finita, mantendo sempre sua auto-similaridade ou auto-semelhança através das escalas, segundo Gleick:

Significa recorrência, um padrão dentro do outro padrão. Os gráficos de preços e os gráficos de rios de Mandelbrot mostravam uma auto-semelhança, não só por que produziam o detalhe em escalas cada vez menores, como também produziam os detalhes com certas medidas constantes. Formas monstruosas como a curva de Koch exibem uma auto-semelhança porque parece exatamente a mesma coisa, mesmo sob grande ampliação. A auto semelhança está na técnica de construção das curvas – a mesma transformação é repetida em escalas cada vez menores. A auto-semelhança é uma característica altamente identificável. Suas imagens estão por toda parte, na cultura: no reflexo infinitamente profundo de uma pessoa entre dois espelhos, ou na caricatura em que um peixe come um peixe menor, que come um peixe menor, etc.(GLEICK, 1990, pag. 98)

## 5. MERCADO FRACTAL

Mandelbrot criou uma nova ciência, que está mais apta a descrever e ilustrar a realidade, desde o formato dos litorais até a variação caótica dos preços das ações da bolsa de valores. A geometria fractal descreve diversos fenômenos naturais que apresentam comportamento adequado a uma dinâmica não linear, este foi primeiramente apresentado por Edward Lorenz em seus estudos, os quais expuseram a sensibilidade de um sistema aberto às condições iniciais. Desenvolvendo-se a partir daí, o estudo sobre o caos, envolvendo neste, as mais distintas áreas da ciência.

Como os mercados financeiros, apresentam comportamentos não lineares e se encaixam nestas relações de caos, podendo ser descritos pela geometria fractal, Mandelbrot apresenta análises de gráficos de variações de preços do mercado de ações, mostrando que eles se assemelham uns aos outros, independentemente do período que se compare.

A representação gráfica semanal das variações do preço do petróleo, por exemplo, assemelha-se com a variação mensal, ou anual deste mesmo produto, não sendo diferente, se comparado com um gráfico de cinco ou dez décadas. Tornando-se quase impossível determinar o período de um gráfico, se não o conhecer, por eles apresentarem auto-similaridade.

Desta forma, Mandelbrot se baseou nos seus estudos da matemática fractal, para desenvolver sua análise das relações das variações dos preços. Para ele, o comportamento do mercado pode ser previsto, devendo-se, primeiramente suavizar a vulnerabilidade financeira e, é neste ponto que surge a necessidade de alguns conceitos dos fractais. Os mercados financeiros são arriscados, por não obedecerem a uma ordem dentro de um determinado desvio padrão ou na curva normal, eles comportam-se quase aleatoriamente, dificultando assim uma previsão confiável.

Existem inúmeros problemas que envolvem a previsão de preços, já que o próprio tempo de negociação é relativo, e não acompanha o “tempo do relógio”, o acaso cria padrões, desorientando o mercado, os problemas ocorrem em séries, caracterizando certa “personalidade” do mercado financeiro, considerando-se que os eventos afetam o psicológico dos compradores e vendedores de ações, ocasionando a criação de novos padrões, a partir dos quais motivaram as variações, inicialmente.

Neste contexto, Mandelbrot buscou aproximar-se das previsões dos fatos, o máximo possível, mesmo que estes não ocorram na maioria do tempo, contudo, certamente são os mais significativos. Como a analogia exposta por Mandelbrot:

O maior perigo possibilita maior segurança. Há séculos, os construtores de navios concentram sua atenção no casco e na vela. Eles sabem que, que quase sempre, o mar está calmo. Mas também sabem que tufões e furações também acontecem. Assim, projetam os navios não apenas para os 95% de dias tranquilos, mas, sobretudo para os outros 5% de dias tormentosos, em que suas habilidades realmente são testadas. (2004, p. 24)

Desta maneira, o modelo fractal de previsão do mercado financeiro consiste em relacionar os ciclos de altas e de baixas existentes ao longo de períodos, para se ter estimativas do preço futuro. O processo se inicia com um preço, representado por uma linha reta de tendência. Na sequência, uma linha quebrada chamada de gerador é utilizada para criar o padrão, que corresponde ao movimento para baixo até as oscilações de cotação nos mercados financeiros.

O gerador é composto por três peças que estão inseridos ou interpolados ao longo da linha reta de tendência. Um gerador com menos de três partes não pode simular com precisão as probabilidades de um preço subir ou descer.

Após a delimitação do gerador inicial, suas três partes são interpoladas por três menores. Repetindo estas etapas, se reproduz a forma do gerador, ou curva de preços, mas em escalas comprimidas. Tanto o eixo horizontal, quanto o vertical são espremidos para ajustar as fronteiras de cada peça do gerador.

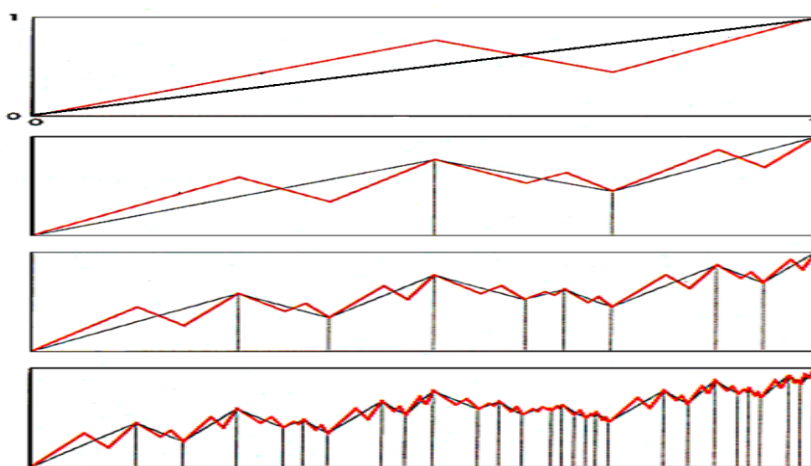


Tabela 2: Simulação precisa de um preço subir ou descer.

A geometria fractal é que torna possível um modelo geral, eficiente para reproduzir os padrões que caracterizam os mercados diante da calma teoria de carteiras, bem como as condições de negociações tumultuadas dos últimos meses. O método descrito de criar um



modelo fractal de preços pode ser alterado para mostrar como a atividade dos mercados acelera e desacelera de acordo com sua volatilidade.

Portanto, tem-se uma eficiente aproximação da realidade do mercado de ações, verificando-se as possíveis altas e baixas excessivas, tornando-se mais seguro, o controle do capital aplicado. Tal constatação implica no fato de que, um gerador fractal pode ser desenvolvido, baseando-se em dados históricos do mercado. O modelo utilizado, atualmente, o movimento Browniano fracionário, além de fiscalizar o que o mercado fez nos últimos meses ou ano, representa suas flutuações, com maior realidade. Os gráficos criados a partir de geradores produzidos por este modelo podem simular cenários alternativos com base na atividade anterior do mercado.

## **6. INSERÇÃO DOS ESTUDOS NO ENSINO BÁSICO**

Vivenciamos, em sociedade, uma cultura extremamente capitalista, a qual não é alheia aos olhos de nossos alunos. Atualmente, nos deparamos com inúmeros entraves, ao desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem, que desempenhe a qualidade almejada pela sociedade, seja este, na rede pública, ou privada.

A conjuntura atual do ensino não é nada animador, contudo, observamos que os instrumentos tecnológicos são fontes inesgotáveis de estímulos aos educandos, estes permanecem sob forma de encanto, diante de um computador, por exemplo. Aliado a isto, no que tange a educação matemática, temos o conhecimento dos fractais, que apresenta grande beleza, e relevância no estudo das variações das relações do comportamento do mercado financeiro. A partir deste quadro, sugerimos uma abordagem de ensino da matemática, que envolva a utilização de computadores, levando os estudantes a operarem alguns softwares, para estudarem o comportamento da bolsa de ações, por meio de representações gráficas.

Estamos cientes, enquanto educadores, da complexidade que envolve o processo de ensino e aprendizagem da matemática, vem de longa data, a percepção da necessidade de se desenvolver abordagens, estratégias, e metodologias, que despertem o interesse dos educandos pelo conhecimento. Para tanto, este deve ser estudado de forma contextualizada, evidenciando significados reais, e não somente abstrações, as quais são de extrema importância aos saberes, porém, não autossuficientes.

O conhecimento da geometria dos fractais pode ser um estudo estimulante, aos olhos dos alunos, se for desenvolvido, também, para compreender o funcionamento do mercado financeiro, pois este é interessante, por se tratar de possibilidades para “ganhar dinheiro”. Para se estudar tal saber, reflete-se acerca do planejamento de abordagens, e como aplicá-las,

adequadamente, em cada série, ponderando-se a respeito da elaboração de estratégias e metodologias apropriadas ao processo de ensino e aprendizagem.

Por meio da educação matemática, o aluno, desenvolve habilidades para estabelecer relações, justificar, analisar e criar, sendo estas, importantes para a sua formação cidadã, tornando-se este, consciente de seu papel na sociedade. A respeito, a Proposta Curricular de Santa Catarina ressalta que:

Nesta concepção, a Matemática, sob uma visão histórico-crítica, não pode ser concebida como um saber pronto e acabado, ou um conjunto de técnicas e algoritmos, tal como concebe o ensino tradicional e tecnicista. Pelo contrário, a Matemática deve ser entendida como um conhecimento vivo, dinâmico, produzido historicamente nas diferentes sociedades, sistematizado e organizado com linguagem simbólica própria em algumas culturas, atendendo às necessidades concretas da humanidade. (PC-SC,1998, p.99)

As aplicações no mercado financeiro não são lucrativas, somente para quem tem muito dinheiro, qualquer pessoa pode investir a quantia que puder, na empresa que desejar. Sugerimos que, no desenvolvimento do estudo dos fractais, por meio do entendimento do mercado financeiro, juntamente com o aluno, vá se trabalhando de forma interdisciplinar (Geografia, Biologia, etc.), acarretando em benefícios não apenas para uma formação técnica, mas também cultural.

Os PCN consideram que a matemática é a ciência do saber, historicamente construído, sendo que este provoca inferências na sociedade, de forma a interpretá-la e transformá-la, por meio da interação com outros ramos do saber, ou na conjuntura da própria matemática.

Para que ocorram as inserções dos cidadãos no mundo do trabalho, no mundo das relações sociais e no mundo da cultura e para que desenvolvam a crítica diante das questões sociais, é importante que a Matemática desempenhe, no currículo, equilibrada e indissociavelmente, seu papel na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilização do raciocínio do aluno, na sua aplicação a problemas, situações da vida cotidiana e atividades do mundo do trabalho e no apoio à construção de conhecimentos em outras áreas curriculares. (BRASIL, 1998, p.28)

## 6.1. Metodologia

A abordagem inicia-se com o estudo dos conceitos de matemática aplicada, como exemplo, a sequência de Fibonacci, frequentemente, utilizada para localizar suportes e resistências nos preços das ações do mercado financeiro.

Em seguida, pretende-se ensinar os alunos a operarem softwares, que realizam simulações de oscilações de preços das ações, as quais serão apresentadas em forma de gráficos.

A sequência de Fibonacci resulta da soma dos dois números anteriores, e a razão entre eles é próximo de 62% ou 0,61803, o inverso será sempre próximo de 1,618, sendo que a divisão pelo segundo número posterior, resulta em uma razão de aproximadamente 38% e, é nessas relações que acontecem as correções dos preços das ações, pois eles seguem uma tendência de alta ou de baixa chamada, a qual sofre uma correção ou reversão em determinado ponto, como se vê no gráfico a seguir:



Tabela 3

Por meio do estudo dos gráficos, se iniciará o entendimento da formação dos fractais, o que, possivelmente irá estimular nos alunos o interesse pela aprendizagem do objeto de estudo, pois, geralmente, estes gostam de trabalhar com computadores. É preciso que se desenvolva um aparato de instrumentos matemáticos, juntamente com suas relações, para viabilizar a previsão dos preços. Desenvolvendo, juntamente com os alunos, a análise do estudo realizado, verificando assim, se houve a aprendizagem, por parte dos mesmos. O professor precisa avaliar sua estratégia de ensino, para possíveis modificações, se necessário. Compreendemos que, ao propormos aos alunos, momentos de análises de estudos realizados,

estaremos estimulando-os a refletirem, auxiliando-os diretamente, no desenvolvimento de seu senso crítico. Sobre, Lipman, enfatiza:

Não há nenhum truque mágico graças ao qual algumas crianças incapazes de refletir se transformem, ao se tornarem adultas, em cidadãos que pensem. Os meios têm que ser consistentes com os fins ou, como afirmou Kant, quem quer o fim quer os meios. Se queremos adultos que pensem, devemos educar crianças que pensem. (Lipman, 1987, p.7)

No desenvolvimento desta metodologia, será necessário que o aluno aprenda a operar softwares, como o usado para gerar o gráfico anterior, o que lhe dará um básico conhecimento de computação. O aluno também exercitará a habilidade de interpretação, buscando diferenciar os tipos de gráficos, e suas variações, de modo a entender qual a relação entre grandes períodos de oscilações dos preços. Referindo-se ao uso da internet, sugerimos que os alunos sejam estimulados a consultarem sites que publiquem notícias online confiáveis, do mercado financeiro, e também, político, levando-os a perceber que, a função da internet, vai muito além, de apenas comportar sites de relacionamento.

Essa atualização, dos fatos que ocorrem em todo mundo, molda, sem sombra de dúvida, um indivíduo bem informado nas áreas: da política, da economia, do meio ambiente, da sociologia e de tantas outras, pertinentes à formação de um cidadão crítico. Deste modo, esta sugestão de estratégia de ensino, da matemática dos fractais, por meio do estudo do mercado financeiro, intenciona também, corroborar para o cumprimento de uma das funções da escola, que é auxiliar os alunos no desenvolvimento de seu senso crítico.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A forma de vivência na sociedade atual, não difere muito das anteriores, o capital, e conseqüentemente, o consumismo ditam as regras de convivência entre os indivíduos, os quais, por vezes, não conseguem se adaptar as normas vigentes, tornando-se, eventualmente, excluídos do meio social. Tal sociedade é caracterizada pela era da inovação tecnológica, a qual está em constante aprimoramento, por meio do desenvolvimento da ciência.

Diante deste contexto, enquanto educadores, temos o dever de repensar nossa postura em sala de aula, referente ao planejamento e desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, refletindo também, a respeito da função da escola ante os alunos. É designada à escola, a incumbência de desenvolver nos alunos, a aprendizagem, nas mais diversas áreas do

conhecimento, contudo, esta tarefa não tem sido realizada com a qualidade almejada, devido a inúmeros fatores. Um fator determinante para o atual quadro do processo de ensino e aprendizagem, seja, na rede pública, ou privada, tem sido a falta de interesse dos alunos pela busca do conhecimento científico. O professor compete pela atenção dos alunos com um vasto mundo tecnológico (celular, computador: redes sociais, jogos, etc.), o qual, dependendo da escola, pode vir a ser utilizado como instrumento para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Subentende-se que, a responsabilidade de despertar o interesse dos alunos por tal processo, é do professor, cabendo a este, a busca de meios e práticas pedagógicas que lhe auxiliem, no desempenhar desta função.

Compreendemos que o estudo dos fractais, por si só, já é estimulante, porém, se utilizarmos as relações do funcionamento do mercado financeiro, para tal, tornar-se-á mais interessante aos olhos dos alunos, principalmente, porque estes farão simulações do comportamento das ações, utilizando softwares computacionais.

Os alunos, por meio, do estudo da formação dos fractais, podem vir a compreender, e identificar as regularidades, que permeiam o funcionamento do mercado financeiro, a partir das suas auto similaridades, entendendo, que a aplicação em ações, independente da empresa, pode ser efetuada, por um indivíduo, seja qual for, seu poder aquisitivo, pois se pode aplicar qualquer valor em ações.

A consequência direta deste estudo será que, os alunos irão aprender de maneira significativa, alguns conteúdos matemáticos (fractais, frequência de Fibonacci, etc.), por meio, da compreensão do funcionamento do mercado financeiro.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BASS, T. A. **Os profetas de Wall Street**: como um grupo de físicos ousados usou a Teoria do Caos para fazer fortunas. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

GLEICK, J. **Caos**: a criação de uma nova ciência. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

GRESSLER, Márcia Denise. **Construindo uma Percepção Complexa da Realidade a partir do Estudo dos Fractais**. Porto Alegre, 2008. 150 f.

LIPMAN, M. “La utilidad de La filosofia en La educación de La juventud”. **Revista de Filosofía y de Didáctica de La Filosofía**, III, 3, 1987.

MANDELBROT, B. **Mercados financeiros fora de controle**: a teoria do caos explicando o comportamento dos mercados. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

MATSURA, E. **Comprar ou vender?**: Como investir na bolsa utilizando análise gráfica. 4. ed. São Paulo : Saraiva, 2006.

MOREIRA, M. A; MASINI. E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centeuro, 2006.

SANTA CATARINA, Secretaria de Estado da Educação e do Desporto. Proposta Curricular de Santa Catarina: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio: Disciplinas Curriculares. Florianópolis: COGEN, 1998.

STEWART, I. **Será que Deus joga dados?** : a nova matemática do caos. Rio de Janeiro: J. Zahar, 1991.