

## FRACTAIS COMO EIXO INTEGRADOR ENTRE AS DISCIPLINAS DE QUÍMICA E ARTES

Samara Régia de Andrade; Pascoal Eron Santos de Souza;  
Marianne Louise Marinho Mendes; Cristhiane Maria Bazilio de Omena.

*Universidade de Pernambuco; [samararegia\\_2525@hotmail.com](mailto:samararegia_2525@hotmail.com);*

*Universidade do Estado da Bahia; [pascoalsan@gmail.com](mailto:pascoalsan@gmail.com);*

*Universidade de Pernambuco; [marianne.marinho@upe.br](mailto:marianne.marinho@upe.br);*

*Universidade de Pernambuco; [crisbomena@hotmail.com](mailto:crisbomena@hotmail.com);*

**Resumo:** O presente trabalho discute sobre o uso de fractais como eixo integrador das disciplinas de Química e Artes, bem como o desenvolvimento de ambiente favorável à aprendizagem significativa a partir de uma prática pedagógica construída em uma perspectiva interdisciplinar. A experiência aqui compartilhada ocorreu com alunos do 1º. ano do Ensino Médio de uma escola pública no interior de Pernambuco. Os experimentos didáticos realizados ao longo do trabalho pedagógico foram desenvolvidos com itens comuns do cotidiano dos estudantes como: corante, leite e detergente para pratos. Por meio desses experimentos, os professores buscavam proporcionar aos alunos a ampliação de pensamento e capacidade de reflexão críticas sobre acontecimentos cotidianos, como o fenômeno da tensão superficial dos líquidos e arte fractal, a partir da integração de conceitos trabalhados nas duas disciplinas envolvidas. Durante o desenvolvimento da proposta, observou-se a criação de um ambiente estimulador para a aprendizagem onde os discentes puderam explorar e averiguar problemas provenientes de situações práticas do seu cotidiano, relacionando-as com conceitos discutidos em sala de aula, o que favoreceu o alcance do objetivo inicial dos professores. Ademais, a realização desse trabalho pedagógico contribuiu para o desenvolvimento, entre os discentes, de características e posturas relacionadas à autonomia, criatividade, trabalho em equipe, pensamento científico, reflexivo e investigativo.

**Palavras-chave:** Integração de conteúdos, Arte fractal, Tensão superficial.

### INTRODUÇÃO

Os processos educativos vivenciados pelos sujeitos, dentro e fora dos sistemas formais de escolarização, contribuem de forma significativa para a construção da visão de mundo que os seres humanos vão consolidando ao longo da vida. A escola, enquanto instituição responsável pela consolidação da educação formal e sistematizada, lida com o constante desafio de preparar os sujeitos para a compreensão da realidade que os rodeia a partir de uma perspectiva crítica e propositiva.

No entanto, mesmo no contexto contemporâneo, a instituição escolar frequentemente funciona aos moldes das velhas instituições da sociedade industrial, típicas da modernidade (GIDDENS, 1991), que dentre outras características valoriza os processos de fragmentação da totalidade em busca de uma suposta compreensão aprofundada de partes isoladas do todo. Tal como os funcionários especializados exclusivamente em determinados setores do processo de

produção em uma linha de montagem que desconhecem o produto final resultante do serviço dos companheiros de outros setores, os professores tornam-se especialistas em áreas específicas do conhecimento (física, matemática, química, literatura, etc.) mas não conseguem fazer uma leitura ampla do contexto educacional para além da sua área disciplinar de atuação.

A sociedade contemporânea, por sua complexa forma de organização e, por vezes, por suas próprias contradições, apresenta questões profundamente relevantes que muito raramente ganham destaque no processo formativo dos sujeitos no ambiente escolar. Geralmente são questões relacionadas às desigualdades sociais, às diversas formas de violência, e aos problemas ambientais. Na verdade, o modelo tradicional de ensino orientado sob um paradigma disciplinar (com visão de mundo mecanicista e reducionista) não tem correspondido às necessidades atuais na área educacional.

Poucas instituições escolares se dão conta de que as questões sociais e naturais são muito complexas, e que as disciplinas sozinhas (isoladas) não conseguem compreender e nem responder a essa complexidade do mundo. Ou seja, questões como os conflitos religiosos, guerras culturais, xenofobia e crises ambientais, só para citar alguns exemplos, são difíceis de serem compreendidas em sua essência pelo ser humano que aprendeu a perceber os fenômenos de forma isolada. A realidade vivida contemporaneamente exige uma visão de mundo mais integrada, menos fragmentada.

Desde a segunda metade do século XX, filósofos e pensadores têm se debruçado sobre as consequências e desdobramentos da consolidação do modelo de sociedade, e, portanto, da lógica de funcionamento de suas instituições, a partir dos princípios da modernidade (GIDDENS, 1991; SILVA, 1993). Muitas destas discussões sugerem uma urgente necessidade de repensar estas instituições dado o conjunto de transformações sociais, políticas, econômicas, filosóficas, que estamos vivenciando na contemporaneidade. No campo da produção acadêmica, Boaventura Sousa Santos (2009) já nos convidada a refletir, no início dos anos 80, sobre a emergência de se compreender um novo paradigma científico para além da racionalidade e objetividade moderna. Na verdade, há uma necessidade de se consolidar uma ciência que se fundamente em princípios epistemológicos holísticos e não-fragmentários, consolidados por meio de práticas interdisciplinares de pesquisa e produção do conhecimento em rede.

No campo educacional, especificamente no Brasil, as discussões sobre interdisciplinaridade para a superação de perspectivas fragmentadora de construção do

conhecimento na escola, ganharam destaque, sobretudo a partir dos trabalhos de pesquisa desenvolvidos por Fazenda (2011; 2013) e estudiosos ligados a seu grupo de estudos. Documentos oficiais do final do século XX e início do século XXI, como os Parâmetros Curriculares Nacionais, de certo modo influenciados por estas discussões, já preconizavam que as escolas previssem em seus projetos pedagógicos, o desenvolvimento de práticas que tivessem a interdisciplinaridade como eixo integrador. Assim orientava o documento:

A interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (BRASIL, 2002, p. 88-89).

Nesse contexto, o presente estudo, buscou a integração de conteúdos, através do estudo dos fractais como eixo integrador das disciplinas de Química e Artes, em um trabalho com alunos do 1º. ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual de ensino do município de Petrolina, no estado de Pernambuco.

Os Fractais são figuras geométricas que apresentam irregularidade em sua forma natural, que repetem continuamente um padrão idêntico e ou aleatório. Os matemáticos foram os primeiros a estudarem os fractais. Hoje em dia, cientistas de várias áreas os utilizam como uma ferramenta a mais para o estudo de diversos fenômenos sobre os quais não podem ser utilizadas as geometrias tradicionais. Nas palavras de Mandelbrot (1975), a geometria dos Fractais não é só um capítulo da Matemática, mas uma forma de ajudar os homens a verem o mesmo velho mundo de forma diferente.”Assim, como exemplifica o autor, “Nuvens não são esferas, Montanhas não são cones, Continentes não são círculos, um Latido não é contínuo e nem um Raio viaja em linha reta”.

Na natureza, podemos encontrar diversas formas que se “encaixam” na definição de fractais, como por exemplo, uma couve-flor, ou até mesmo o sistema pulmonar de um mamífero qualquer. Estas formas, antes dos fractais, eram modeladas apenas através de figuras da geometria euclidiana. Segundo Alves (2007), as aplicações dos fractais podem ser catalogadas em três grupos: aplicações a objetos ou fenômenos da natureza, aplicações às criações humanas e as aplicações que se destinam a modelar situações das áreas das ciências econômicas, sociais e humanísticas.

Dentre as diversas aplicações de fractais, uma revolução no mundo da arte foi causada por Jackson Pollock, quando o mesmo despejou tinta sobre uma vasta tela rolada no chão de seu celeiro. Alguns anos depois, os padrões criados por Pollock são reconhecidos, por teóricos da arte, como uma abordagem estética revolucionária (TAYLOR, 2006). O físico Richard Taylor mostrou que, na verdade, as pinturas de Pollock seguem um modelo geométrico conhecido como fractal. Para o autor, as pinturas de Pollock podem resultar da percepção da essência dos cenários naturais (TAYLOR, 2006). O próprio pintor reconhecia que seu comprometimento era com os ritmos da natureza.

Nessa perspectiva, esse artigo descreve as impressões de uma experiência escolar, em que foram abordados conhecimentos de química sobre tensão superficial e forças intermoleculares, além de conhecimentos de arte sobre pintura fractal. O objetivo pedagógico era proporcionar aos alunos a ampliação de pensamento científico e capacidade de reflexão sobre acontecimentos cotidianos.

## **METODOLOGIA**

A fim de melhor atender aos objetivos propostos, foi realizado um estudo descritivo e exploratório, de abordagem qualitativa, uma vez que esta possibilita maior aproximação com o cotidiano e as experiências vividas pelos próprios sujeitos (MINAYO, 1993). O trabalho foi realizado com turmas de 1º ano do Ensino Médio de uma escola estadual localizada no município de Petrolina-PE.

A operacionalização da prática se deu do seguinte modo: no primeiro momento, os professores de Química e Artes reuniram-se para trocas de conhecimento e ideias a respeito do eixo integrador que seria utilizado. Dessa forma, foram discutidos os conteúdos curriculares que seriam trabalhados, além das etapas de execução do trabalho, que ficou articulado da seguinte forma: 1ª Etapa- Exposição de vídeos aos alunos sobre fractais, sobre as obras de Pollock e sobre tensão superficial existente na água, por conta das suas propriedades químicas. 2ª Etapa- Explicação dos conteúdos pelos professores que buscaram fazer a integração dos componentes curriculares ao eixo integrador. 3ª Etapa- Prática experimental da quebra da tensão superficial existente no leite, através de tensoativos (detergente) e registro fotográfico das figuras formadas no experimento para posterior comparação com o sistema fractal. 4ª Etapa- Apresentação dos registros fotográficos realizados pelos alunos e explicação das conclusões obtidas pelos discentes.

Para a aplicação dessa prática experimental utilizou-se itens comuns do cotidiano como: corante, leite e detergente. Seguiu-se a ordem de procedimentos: despejou-se leite sobre um recipiente de vidro, em seguida foram adicionadas gotas de corante sobre o leite. Posteriormente, com a ajuda de um conta-gotas, foram pingadas algumas gotas de detergente por cima do corante.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As orientações de conteúdos para o Ensino Médio de Pernambuco, com base nos parâmetros curriculares do Estado, trazem em um de seus eixos temáticos a ser trabalhado no 1º ano do Ensino Médio, para o conteúdo de Química, o Modelo de Ligações Químicas e de Forças Intermoleculares. Uma das expectativas de aprendizagem desse eixo é que o aluno utilize conceitos de forças intermoleculares para explicar as propriedades de substâncias moleculares. Uma dessas propriedades é a tensão superficial ocasionada em líquidos como a água e o leite, devido a interações intermoleculares do tipo pontes de hidrogênio que causam forte coesão entre as moléculas.

Tal efeito pode ser didaticamente explicado da seguinte forma:

Ao olharmos atentamente para a borda da superfície da água num recipiente de vidro, a água parece elevar-se nas bordas do vidro, isto porque a força de atração das moléculas na superfície da água é diferente da força que ocorre entre as moléculas abaixo da superfície. Isso ocorre porque estas últimas apresentam atração por outras moléculas de água em todas as direções. Isso significa que elas se atraem mutuamente com a mesma força. Já no que diz respeito às moléculas da superfície, elas não apresentam moléculas acima delas, portanto as suas ligações de hidrogênio restringem-se às moléculas ao lado e abaixo. Esta desigualdade de atrações na superfície cria uma força sobre estas moléculas e provoca a contração do líquido, causando a chamada tensão superficial, que funciona como uma fina membrana elástica na superfície do líquido ( <http://quimicaearte.blogspot.com>).

O leite, classificado na química como um coloide, é formado por gotículas de gordura dispersas em uma mistura de água com vitaminas, minerais e hidratos de carbono. Sendo assim, apresenta, também, a característica da tensão superficial. Algumas substâncias conhecidas como tensoativos conseguem desfazer a tensão superficial através de suas propriedades químicas.

O detergente é um agente tensoativo, que é capaz de quebrar a tensão superficial existente no leite. Este é constituído por moléculas com longas cadeias de carbono apolares e uma extremidade polar. Esta ação do

detergente pode ser entendida no processo de retirada da gordura das louças. Visto que possui uma parte apolar e uma polar, o detergente é capaz de interagir tanto com a gordura como com a água. A extremidade polar interage com a água e a cadeia longa apolar interage com a gordura, formando pequenos glóbulos, chamados de micelas. Nas micelas, a parte apolar fica voltada para a parte interna do glóbulo em contato com a gordura, e a parte polar fica voltada para a parte exterior, em contato com a água. Desta forma, quando se “arrastam” as micelas de detergente, remove-se também a gordura, pois ela estará aprisionada na região central da micela. (<http://quimicaearte.blogspot.com>)

Portanto, foi possível observar, no primeiro momento, que quando colocamos o leite e depois o corante, não houve uma interação do leite com o corante. Em seguida, ao adicionarmos o detergente sobre o corante despejado no leite, ocorreu a redução da tensão superficial do leite, o que culminou em uma reorganização das moléculas do leite, criando um aspecto artístico na mistura leite e corante. Esse novo padrão de organização criado pelas moléculas, aparentemente caótico, dá origem a fractais multicolores com padrões e consistências que se repetiram continuamente até o sistema entrar em equilíbrio, como pode ser visto abaixo.



Figura 1: momento anterior a adição do detergente.



Figura 2: momento posterior a adição do detergente.

Após a realização do experimento, os registros fotográficos feitos pelos alunos, foram expostos em sala através de um recurso multimídia. Durante a exposição das fotografias, aconteceram as discussões entre alunos e professores sobre os conceitos desenvolvidos através da experiência. Nesse momento, os alunos levantaram questões sobre os motivos da reorganização natural das moléculas, assim como as figuras formadas que se assemelhavam ao estilo de pintura de Pollock, pois o artista retratava os movimentos da natureza valendo-se de uma técnica aparentemente caótica, mas que na verdade possuía padrões de repetição natural.

Em síntese, a realização desse projeto estimulou, entre os estudantes, o desenvolvimento da autonomia, criatividade, trabalho em equipe, e do pensamento científico, reflexivo e investigativo. Os docentes, participantes do projeto, por outro lado, abriram-se para o diálogo entre os pares e também com os discentes, buscando articular ideias e conceitos das diferentes áreas do conhecimento envolvidas naqueles experimentos, numa perspectiva interdisciplinar. Ao longo do processo, os sujeitos interagem por meio da troca de ideias, buscando compreender os fenômenos estudados para além das limitações das disciplinas isoladas. Segundo Fazenda (2011), o pensar interdisciplinar reconhece que nenhuma forma de conhecimento é em si mesma racional, portanto deve haver o diálogo entre as formas de conhecimento.

Parafraseando Sandra Ferreira (apud Fazenda, 2011), que utiliza a metáfora da sinfonia para explicar a interdisciplinaridade, a autora defende que será necessária a presença de muitos elementos, para execução da sinfonia como as partituras, os músicos, o maestro e etc. Contudo, não há uma hierarquia entre esses instrumentos e sim sua integração na construção de um projeto comum: a execução da música. De forma semelhante, nos experimentos realizados, ao trabalhar pinturas fractais e forças intermoleculares, os alunos utilizaram conceitos de diversas áreas para compreender o resultado final do trabalho, e os professores, por sua vez, precisaram ultrapassar as fronteiras de suas disciplinas para auxiliar os alunos na construção do pensamento crítico e da aprendizagem significativa.

## **CONSIDERAÇÕES**

No início do desenvolvimento dessa experiência pedagógica, o objetivo principal dos professores era proporcionar aos alunos a ampliação de pensamento e capacidade de reflexão sobre acontecimentos cotidianos, a partir da integração de conceitos trabalhados em duas disciplinas: Química e Artes. Durante o desenvolvimento da proposta, observou-se a criação de um ambiente favorável à aprendizagem, por meio do qual os discentes puderam explorar e averiguar problemas provenientes de situações práticas do seu cotidiano e relacioná-las com os conceitos expostos em sala de aula, o que favoreceu o alcance do objetivo inicial dos professores.

Ademais, o trabalho coletivo entre os professores mostrou a possibilidade da superação de dificuldades comuns da área educacional (carga horária extensa dos docentes, limitação de recursos financeiros etc.) para o pleno desenvolvimento de práticas pedagógicas na escola; embora se reconheça que as dificuldades citadas acima não serão sanadas apenas com iniciativas pedagógicas desenvolvidas por docentes. Por fim, acredita-se que a realização dessa prática contribuiu de forma significativa na formação dos alunos, possibilitando o desenvolvimento de sujeitos mais críticos, participativos, capazes de compreender e analisar criticamente fenômenos do seu entorno e da realidade na qual estão inseridos.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, C. M. F. S. J. **Fractais: Conceitos básicos, representações gráficas e aplicações ao ensino não universitário**. 2007. 324 p. Dissertação de Mestrado em Matemática para o Ensino. Universidade de Lisboa, Lisboa. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/20939623/Fractais-Conceitos-Basicos-Representacoes-Graficas-e-Aplicacoes-ao-Ensino-nao-Universitario#scribd>> Acesso em: 05.06.2018
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 2011.
- \_\_\_\_\_. Desafios e perspectivas do trabalho interdisciplinar no Ensino Fundamental: contribuições das pesquisas sobre interdisciplinaridade no Brasil: o reconhecimento de um percurso. **Revista Interdisciplinaridade**, v. 1, n. 1, p. 10-23, out. 2011
- \_\_\_\_\_. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** 2 ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- GERMANO, M. G. **Uma nova ciência para um novo senso comum** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011.
- GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1991.
- KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2006.
- MANDELBROT, Benoit. **The Fractal Geometry of Nature**. San Francisco: Freeman, 1975.
- MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 1993.
- QUÍMICA E ARTE. disponível em: <<http://quimicaearte.blogspot.com>> acessado em 04.08.2018.
- SANTOS. Boaventura de Sousa. **Um discurso sobre as ciências**. 12. ed. Coimbra: Edições Afrontamento, 2009.
- SILVA, Tomaz Tadeu. **Teoria educacional crítica em tempos pós-modernos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.
- TAYLOR, R. Reflexões pessoais sobre as pinturas fractais de Jackson Pollock. **Hist. Cienc. Saúde**. Manguinhos. vol. 13. Rio de Janeiro Out. 2006.