RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA E MATERIAIS QUE APRESENTAM QUIRALIDADE

Andrelise Santana Lavino (PIBIC/FA), Júlio Flemming Neto (Orientador), e-mail: flemming@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Física.

Área: Física. Subárea do conhecimento: Ótica.

Palavras-chave: microscopia, Movimento Browniano, Limoneno.

Resumo

Buscamos uma quebra de simetria, similar à atividade óptica, no movimento browniano (MB) com líquidos quirais. Utilizamos esferas de PMMA de 1,5 μm em água e em Limoneno. Um trabalho teórico que tenta quantificar a quiralidade em figuras 2D foi aplicado ao traçado de nosso MB. Os valores obtidos foram (0,9±0,3), (1±0,2) e (1±0,3) para o Limoneno R, Limoneno S e água, respectivamente. Esses valores essencialmente iguais à unidade são esperados para a água, mas indicam ausência de quiralidade (desse tipo) no MB com líquido quiral. Outras eventuais quebras de simetria foram testadas porém também não se materializaram.

Introdução

Quiralidade

Um tema de pesquisa de interface entre a Física e a Biologia de grande interesse é o estudo de materiais quirais. Uma molécula ou um objeto é quiral, segundo a definição de Lord Rayleigh, se ele não puder ser superposto à sua imagem em um espelho plano[1]. Cada uma destas versões, à “direita” e à “esquerda”, é chamada de isômero óptico ou enantiômetro. Quiralidade é uma descrição de simetria de um objeto[2]. Muitas moléculas que têm funções biológicas são quirais, como aminoácidos, açúcares e proteínas. Em geral, há uma forte prevalência natural de um dos enantiômetros, fenômeno conhecido como homoquiralidade e cuja origem ainda não é bem compreendida[3].

Segundo Hel-Or, Peleg, e Avnir é possível quantificar a Quiralidade em figuras bidimensionais baseando-se em suas características rotacionais[4] [5]. A rotação no sentido horário de uma figura é idêntica à rotação no sentido anti-horário de sua imagem-espelho. Objetos não quirais possuem rotações idênticas.

Movimento Browniano

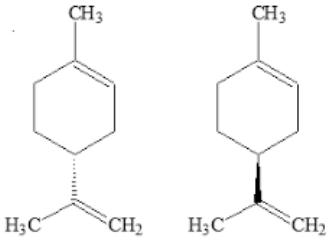
O Movimento Browniano (MB) define-se como movimento aleatório de partículas microscópicas que, quando suspensas em um fluído, realizam um “zigue-zague” ao se colidirem com as moléculas constituintes desse fluído[6]. Esse movimento “desenha” uma linha poligonal aleatória típica em duas dimensões. Baseando-se no raciocínio de Hel-Or, Peleg, e Avnir[4] [5], pensamos na possibilidade de quantificar a Quiralidade do movimento Browniano em líquidos quirais.

Material e Métodos

Utilizamos um microscópio óptico que usa a luz visível (radiação eletromagnética com comprimento de onda entre 400 e 800nm) para observar o comportamento de

microesferas de PMMA com diâmetro de (1,50±0,05) suspensas nos dois enantiômetros do Limoneno, que é um liquido quiral.

Figura 1 - Enantiômetros do Limoneno



Fonte: http://www.cempeqc.iq.unesp.br/Jose_Eduardo/Blog2013/Aula_10_05/Extra%C3%A7%C3%A3o%20do%20limoneno%20do%20%C3%B3leo%20de%20laranja%20BAC%202007.pdf

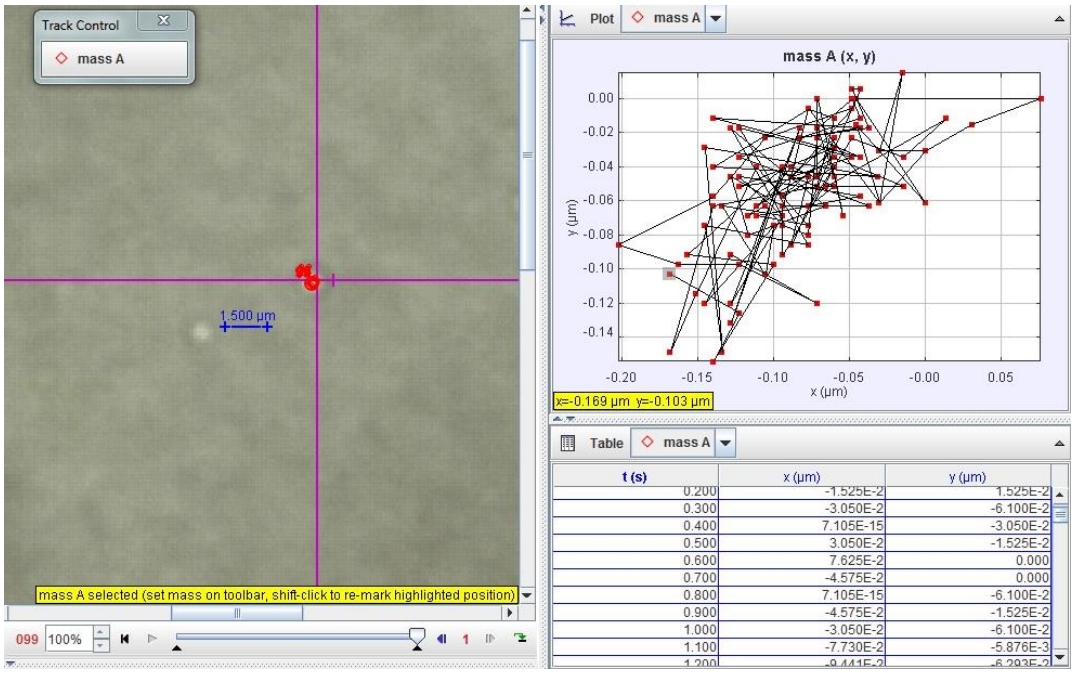
Para observação do MB, preparamos as lâminas com as microesferas e gotejamos Limoneno R, Limoneno S ou água destilada e cobrimos com lamínulas. Estas evitam a formação de meniscos no fluido, que fariam as esferas irem por gravidade para as bordas, prejudicando a flutuação.

Desconfiamos que a baixa densidade do Limoneno frente a água causava o afundamento das microesferas, que ficavam travadas por atrito na lâmina do microscópio. Descobrimos que o tetracloreto de carbono é um liquido bastante denso e miscível como o Limoneno em quaisquer proporções. Resolvemos, portanto, essa dificuldade misturando uma quantidade pequena de tetracloreto de carbono ao Limoneno. Sendo eles miscíveis, isto aumenta a densidade efetiva da mistura, permitindo que as microesferas flutuem e se movimentem. Por outro lado, a pequena quantidade em moles do tetracloreto de carbono (liquido não quiral) não afeta significativamente o caráter quiral da mistura em pauta.

Filmou-se o movimento das microesferas e analisou-se no software tracker. Neste software, medimos os deslocamentos das partículas nos eixos x e y e através da matemática analítica, calculamos o deslocamento das microesferas.

ISSN 1676-0093

Figura 2 - Análise do deslocamento de uma microesfera no software Tracker



Fonte: A autora

Quantificamos a quiralidade dos traços do M da seguinte maneira:

1. A partir do primeiro traço da trajetória da partícula, analisamos se o subsequente virava à sua esquerda ou à direita.
2. Anotamos a direção de todos os traços de todas as partículas e calculamos o comprimento do traço usando matemática analítica. Chamamos o comprimento de T_i .

$$T_i = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

3. Depois, calculamos o ângulo formado entre os dois traços.

$$\alpha = \tan^{-1}\left|\frac{m_1 - m_2}{1 + (m_1.m_2)}\right|$$

Sendo: m_1 e m_2 os coeficientes angulares das retas.

4. E então para cada partícula calculamos o que chamamos de QB “quebra de simetria”:

$$QB = \frac{\sum_i^E T_i \sin \alpha_i}{\sum_i^D T_i \sin \alpha_i}$$

Esses cálculos foram aplicados aos líquidos quirais (Limoneno S e R) e não quirais (água) com o objetivo de verificar se a quantificação da quiralidade é nula no último caso e não nula e simétrica para o Limoneno S e Limoneno R.
Obtivemos um valor de *QB* para cada partícula analisada e calculamos a média dos valores para cada liquido.

Resultados e Discussão

Obtivemos 4 filmagens que foram úteis para analisar o movimento.

Tabela 1 - Quantidade de partículas analisadas

Líquido	Número de partículas analisadas
Limoneno R	1
Limoneno S	5
Água	4

Fonte: Autoral

Obtivemos as seguintes médias de *QB* para cada líquido:

Tabela 2 - QB para cada líquido

Líquido	Médias dos QB	Desvio padrão
Limoneno R	0.9	-
Limoneno S	1	0.2
Água	1	0.3

Fonte: Autoral

A partir dos cálculos, esperávamos obter para a água o valor de 1, e diferente de 1 para os limonenos, sendo um maior e outro menor.
Outras eventuais quebras de simetria foram testadas como, por exemplo, verificar se os traços do MB apontam preferencialmente no sentido horário ou anti-horário (conforme se observa o movimento por cima da superfície do líquido). Isso foi calculado de 2 formas diferentes. Primeiro, simplesmente fazendo uma contagem simples, traço a traço. Depois, também levando em consideração o ângulo que um traço faz com o anterior. Essa última forma, tenta quantificar um movimento horário (ou anti-horário) forte ou fraco. Os resultados mostraram-se inconclusivos.

Conclusão

Observamos o Movimento Browniano das microesferas em líquidos quirais e realizamos cálculos para quantificar a quiralidade. Nossos resultados mostram que não ocorre a esperada quebra de simetria do MB para líquidos quirais. Uma maior amostragem seria necessária para confirmar isso.

Agradecimentos

A Fundação Araucária que apoiou financeiramente. Ao Prof. Dr. F. Serbena por disponibilizar o microscópio para a pesquisa.

Referências

1 BARRON, L. D. Molecular Light Scattering and Optical Activity, Cambridge University Press. 2nd edition, (2009).
2 WANG, Y et al., “Emerging chirality in nanoscience”. Chem. Soc. Rev., vol. 42, 2930 (2013).
3 M. AVALOS. et al. “From parity to chirality: chemical implications revisited”, Tetrahedron: Asymmetry, vol.11, 2845 (2000).
4 HEL-OR, Y.; PELEG, S.; AVNIR, D. Characterization of Right- Handed and Left-Handed Shapes. CVGIP: Image Understanding, [s.l], May 1991.
5 HEL-OR, Y.; PELEG, S.; AVNIR, D. Two-Dimensional Rotational Dynamic Chirality and a Chirality Scale. Langmuir, [s.l], 1990.
6 LAVINO, Andrelise S.; FLEMMING, J.. ANÁLISE DO MOVIMENTO BROWNIANO USANDO O SOFTWARE TRACKER. In: XXI Semana da Física, 2018, Ponta Grossa. Anais da XXI Semana da Física, 2018.