

TERMODINÂMICA: UMA PROPOSTA DO USO DA CAPOEIRA COMO SIMBOLO PARA ELUCIDAÇÃO DO CONCEITO DE CONVECÇÃO

Resumo

Uma das problemáticas acerca do ensino de física nas escolas é a dificuldade do aluno em interiorizar conceitos, a priori abstratos, para o entendimento acerca da matéria proposta. Dessa forma, o professor deve transferir, por meio de relações análogas entre um exemplo-âncora intuitivo, esses conceitos de difícil compreensão. Neste pequeno artigo, o leitor encontrará uma proposta diferente de transmissão do conceito termodinâmico do movimento de convecção através, de modo metafórico, dos movimentos da luta da Capoeira. Ou seja, utilizar a Capoeira - considerada, em novembro de 2014, como Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade pela UNESCO - como símbolo para a construção do conceito de Convecção Termodinâmica.

Palavras chave: Aprendizagem, Capoeira, Convecção, Termodinâmica.

Abstract

One of the problems concerning the teaching of physics in schools is the student's difficulty in internalizing concepts, in principle abstract, for the understanding about the proposed subject matter. In this way, the teacher must transfer, by means of analogous relations between an intuitive anchor example, these concepts of difficult comprehension. In this short article, the reader will find a different proposal of transmitting the thermodynamic concept of the convection movement through metaphorically the movements of the Capoeira fight. That is, to use Capoeira - considered in November 2014 as Intangible Cultural Heritage of Humanity by UNESCO - as a symbol for the construction of the concept of Thermodynamic Convection.

Key words: Learning, Capoeira, Convection, Thermodynamics

Introdução

Particularmente na Física, os símbolos são convenientes elaborações para representar a realidade, os quais simplificam, agilizam, fortalecem e aprimoram a capacidade do intelecto em tratá-la. Servem de suporte para a construção de entidades mentais ligadas a elementos diretamente perceptíveis, ou não, que os modelos incorporam. Ademais, certos signos de física procuram guardar, por detrás da sua arbitrariedade figurativa, uma relação icônica com a conceituação que pretendem significar. Essa característica pode vir a auxiliar não só a sua lembrança, mas, principalmente, a sua associação conceitual. (LABURU; SILVA, 2011).

Para a construção de um entendimento qualitativo e intuitivo, é necessária a formação de relações análogas entre um conceito alvo de difícil compreensão e um exemplo-âncora que apela para a intuição do estudante. No caso em estudo, o conceito alvo é a convecção termodinâmica e o exemplo ancora é a elucidação do movimento de convecção com os movimentos típicos, presentes

em uma roda de capoeira. Desse modo, a capoeira entra como catalisador no entendimento do conceito como um diferente signo Vygotskyano. Ou seja, um novo símbolo a fim de representar, e evocar um conhecimento que está ausente e cuja realidade é simplesmente mental, por meio facilitador, para um estudante imerso na cultura brasileira. (LABURU; SILVA, 2011).

Basicamente uma nova forma de interpretar o movimento de convecção da termodinâmica por meio de uma linguagem que um aluno, conhecedor da cultura da capoeira possa, por meio desta, entender os conceitos propostos pelo professor. Ao se instigar o aluno a integrar conceitos em um discurso compreensível, este tende a demonstrar melhor entendimento conceitual do que outros que não tem a ocasião de assim o fazer. (LABURU; SILVA, 2011). Além disso, é bastante comum os professores de Física relacionarem as dificuldades de aprendizagem de seus alunos à falta de motivação nas aulas, atribuindo-lhes a culpa pelo fracasso escolar. Defendem que alunos melhor preparados e mais motivados para aprender determinados conteúdos seria condição necessária e suficiente para garantir o sucesso da aprendizagem. Concordamos parcialmente com esta posição, pois a motivação do professor também exerce uma influência marcante na melhoria do desempenho e interesse dos alunos, inclusive com reflexos diretos na questão da disciplina em sala de aula.

No atual ensino das ciências da natureza é praticamente consensual que se deveriam prover os estudantes, em um nível adequado, com considerações científicas acerca do mundo natural e tecnológico, sem que se esqueçam das consequências cada vez mais importantes de ordem ambiental e social, decorrentes daquele último (LABURU; BARROS, 2009). O objetivo principal deste artigo é considerar as diferentes formas nas quais os multimodos e múltiplas representações são usadas para dar apoio ao processo cognitivo na aprendizagem científica em termodinâmica aproveitando os artefatos culturais, evidenciando de modo especial, a visão de que o uso de uma estratégia de ensino que contemple tais espectros confere não somente benefícios motivacionais, mas também conduz o aluno a um profundo entendimento do conteúdo científico e suas relações sociais.

Para Ainsworth (1999), embora a interpretação de representações visuais seja evidentemente fundamental para a aprendizagem, tornar-se proficiente em ciência também exige que os alunos desenvolvam habilidades de representação. Numerosas observações de pesquisas e avaliações de experiências de aprendizagem em sala de aula mostram que as representações semióticas científicas constituem uma atividade menos espontânea e mais difícil de adquirir para a grande maioria dos alunos (DUVAL, 2004, p. 28 e 49). As representações semióticas são produções constituídas pelo emprego de signos, pertencentes a um sistema de referência ao qual está associado um conceito ou conjunto de conceitos. São exemplos de signos matemático-científicos a escrita algébrica, os gráficos cartesianos, as tabelas, as figuras geométricas, os quais têm suas dificuldades próprias de significado e de funcionamento (DUVAL, 2004).

Signos da termodinâmica e a capoeira

A definição de signo é um dos pontos centrais na teoria semiótica, fato este que se pode identificar pela presença numerosa da definição de signo. Peirce, por exemplo, traz em suas obras, o conceito de signo enunciado de diversas formas e em vários níveis de elaboração, uma delas: “Um signo, ou representâmen, é aquilo que sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém” (PEIRCE, 2005, p. 46). Para o mesmo autor, um signo representa algo, seu objeto. Porém, não representa esse objeto sob todos os aspectos, mas com referência a um tipo de ideia. Então uma representação para ser assim considerada, deve referir-se a um objeto e fazer com que essa relação seja percebida, ou seja, deve ser capaz de provocar uma interpretação.

Uma representação precisa provocar algo a alguém, a respeito de seu objeto (PEIRCE, 2005).

Sua função é levar uma informação específica, que não diz tudo sobre o objeto, e, ao mesmo tempo, tem a propriedade de comunicar mais que o conteúdo da representação em si. Mas, embora o signo represente outra coisa, o seu objeto, esse signo pode apenas comunicar alguma coisa a alguém, veicular uma informação a respeito de um objeto, jamais ser tomado como o próprio objeto. A representação, então, é uma marca, um sinal que é posto em lugar de outra coisa para exercer uma determinada função, para isso, veicula um tipo de informação capaz de gerar uma ideia sobre objeto que representa.

A termodinâmica (do grego θερμη, therme, significa "calor" e δυναμις, dynamis, significa "potência") é o ramo da física que estuda as causas e os efeitos de mudanças na temperatura, pressão e volume - e de outras grandezas termodinâmicas fundamentais em casos menos gerais - em sistemas físicos em escala macroscópica. Grosso modo, calor significa "energia" em trânsito, e dinâmica se relaciona com "movimento". Por isso, em essência, a termodinâmica estuda o movimento da energia e como a energia cria movimento. Historicamente, a termodinâmica se desenvolveu pela necessidade de aumentar-se a eficiência das primeiras máquinas a vapor. (SEARS; SALINGER, 1979).

Uma das áreas estudadas pela termodinâmica é a área da convecção. A convecção inclui transferência de energia pelo movimento global do fluido (advecção) e pelo movimento aleatório das moléculas do fluido (difusão ou condução). Convecção é um processo de transporte de massa caracterizado pelo movimento de um fluido devido à sua diferença de densidade, especialmente por meio de calor. Outras formas de transmissão de calor são a condução térmica e a irradiação térmica. Na química há um fenômeno semelhante conhecido como decantação onde um soluto insaturado, de maior densidade, tende a se acumular, através da força da gravidade, nas camadas inferiores da solução. Pela mesma razão, solutos da atmosfera de maior densidade específica (CO₂, O₂) tendem a se concentrar nas camadas baixas da atmosfera enquanto os solutos mais leves (CH₄ e H₂) tendem a se acumular nas camadas mais altas da atmosfera, ocasionando a falta de oxigênio nas montanhas mais altas.

A convecção é um dos principais modos de transferência de calor e transferência de massa. Transferência convectiva de calor e massa ocorre tanto através de difusão - o movimento Browniano aleatório de partículas individuais no fluido - e, por advecção, na qual matéria ou o calor são transportados pelo movimento de grande escala de correntes no fluido. No contexto da transferência de calor e massa, o termo "convecção" é usado para referir-se à soma de transferências advectivas e difusivas. (INCROPERA; WITT, 1990)

A capoeira ou capoeiragem é uma expressão cultural brasileira que mistura arte marcial, esporte, cultura popular e música. Desenvolvida no Brasil principalmente por descendentes de escravos africanos, é caracterizada por golpes e movimentos ágeis e complexos, utilizando primariamente chutes e rasteiras, além de cabeçadas, joelhadas, cotoveladas, acrobacias em solo ou aéreas.

Uma característica que distingue a capoeira da maioria das outras artes marciais é a sua musicalidade. Praticantes desta arte marcial aprendem não apenas a lutar e a jogar, mas também a tocar os instrumentos típicos e a cantar. Um capoeirista que ignora a musicalidade é considerado incompleto. Outras expressões culturais, como o maculelê e o samba de roda, são muito associadas à capoeira, embora tenham origem e significados diferentes. A Roda de Capoeira foi registrada como bem cultural pelo IPHAN no ano de 2008, com base em inventário realizado nos estados da Bahia, de Pernambuco e do Rio de Janeiro, considerados berços desta expressão cultural. (IPHAN, 2008).

Em novembro de 2014, a Roda de Capoeira recebeu o título de Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade pela UNESCO. (ONU, 2014). A roda de capoeira é um círculo de capoeiristas com uma bateria musical em que a capoeira é jogada, acompanhada de cânticos e instrumentos

musicais. A utilidade da roda vai do jogo, divertimento e espetáculo, quanto para que indivíduos possam aplicar os conhecimentos adquiridos durante o treinamento. Os capoeiristas se perfilam na roda de capoeira enquanto cantam e batem palmas no ritmo do berimbau enquanto dois capoeiristas jogam capoeira.

O objetivo do jogo da capoeira não é o nocaute ou destruir o oponente. Em grande parte dos jogos de um capoeirista mais experiente e um novato, o capoeirista experiente prefere mostrar seu maior conhecimento e astúcia "marcando" o golpe no oponente, ou seja, parando o golpe momentos antes de completá-lo. Entre dois capoeiristas experientes, o jogo poderá ser muito mais agressivo e as consequências mais graves.

A ginga é o movimento elementar da capoeira, mas além da ginga, também são muito comuns os chutes em rotação, rasteiras, floreios (como o aú ou a bananeira ou ainda outras acrobacias), golpes com as mãos, cabeçadas, esquivas, acrobacias (como o salto mortal), giros apoiados nas mãos ou na cabeça e movimentos de grande elasticidade.

Aprendizagem em ambientes multirepresentacionais

A análise conceitual dos ambientes de aprendizagem multirepresentacionais sugere que há três papéis principais que as Múltiplas Representações desempenham na compreensão de determinado objeto de estudo – complementar, restringir e construir uma interpretação mais profunda (AINSWORTH, 1999, p. 134). O primeiro papel consiste em usar representações que contenham informações complementares ou que sirvam de apoio complementar aos processos cognitivos. Além disso, a diversidade representacional pode ser usada para restringir possíveis interpretações impróprias do mesmo conceito. Finalmente, as Múltiplas Representações também podem ser usadas para incentivar os alunos a construir uma compreensão mais aprofundada de um conceito científico, refinando-o. Nesse sentido, as Múltiplas Representações estimulam diferentes perspectivas para olhar o mesmo objeto conceitual, abrindo, com isso, novos caminhos de pensamento para entender esse objeto.

O entendimento da ciência não é dado de forma absoluta, visto à própria aproximação necessária para se descrever seus modelos, teorias e leis. Dessa forma, podemos utilizar a ciência como uma colcha de retalhos, fazendo de cada retalho um fractal para o entendimento. Assim, pode-se empregar uma parte do conhecimento e analisá-lo de forma análoga em outras áreas do saber, demonstrando desta forma lúdica, que o conhecimento não deve ser algo metódico e sim um quê, que une todas as suas vertentes, desde o mais popular ao mais complexo científico saber. Seguindo-se essa linha, Reis exemplifica essa ideia usando um paralelismo entre a arte moderna com a física moderna, a fim de relaciona-las para um entendimento melhor de ambas.

A poética da obra aberta tem ressonâncias com tendências da ciência contemporânea, uma vez que a obra de arte se apresenta diferente de si mesma para cada fruidor. Podemos ver uma forte ligação dessa concepção de Eco com Bohr, quando este afirma que é impossível expressar as regularidades do mundo microscópico como processos causais no espaço e no tempo. A existência do quantum de ação h implica numa mútua interação finita entre o objeto medido e o instrumento. Logo, sempre há perturbação do sistema. Dessa forma, o propósito da descrição física da natureza não é revelar a essência do real e dos fenômenos, mas sim estabelecer, na medida do possível, relações entre os diferentes aspectos da nossa experiência. (REIS et al, 2006). As linguagens, por meio de seus modos e suas formas diversas, mantêm relação com o pensamento de maneira indissociável.

Para que haja melhor compreensão do estudo em um modo geral, devemos entender a necessidade dos alunos e as dificuldades dos mesmos para assimilar coisas que não conseguem

enxergar, tocar ou ainda ouvir. Para que não haja buscas aleatórias em todo conhecimento da humanidade e de distante entendimento dos dissentes, devemos buscar referências do cotidiano e também acessíveis para os mesmos afim da compreensão do modelo a ser trabalhado.

Não seria de grande ajuda se buscássemos apoio em ocorridos passados de baixa relevância histórica e social, para o assunto. Exemplo: Com o advento da termodinâmica tornou-se obtusa a maneira de trabalho manual vigente em sua época, concebida por artesãos e aprendizes, uma vez que os estudos impulsionam a criação de motores, e os mesmos, desenvolvimento de máquinas que por seu turno automatiza o trabalho e o torna mais rápido do que o sistema concorrente vigente. A aplicação dessa informação, não agrega para o entendimento do movimento convectivo, por mais que trate do assunto e demonstre a quebra de paradigmas vigentes na época.

Por outro lado, podemos mostrar o mesmo problema a partir de coisas mais simples e ainda abordar os paradigmas citados, anteriormente. Exemplo: Duas engrenagens de perfeito encaixe entre si, quando há movimento, formam dois círculos cujo o deslocamento espelhado e esses movimentos, são análogos aos movimentos convectivos. As engrenagens são símbolos da revolução dos motores, facilmente associados a ruptura do trabalho manual para o trabalho automatizado, sendo assim outro bom símbolo para a elucidação da matéria proposta. Porém, mesmo assim, talvez nem todos os alunos consigam absorver a ideia prevista.

Laburú e seus colaboradores, em 2013, conseguem explicar e ainda aprofundar essa premissa fazendo uma correlação entre as múltiplas representações e as postulações propostas por Vygotsky:

Pode-se generalizar, então, que o pensamento ganha corpo em vista de diversas representações semióticas que se encontram espalhadas nas mais diversas linguagens e variados modos de representações inventados pela humanidade durante sua história. Com suas características cognitivas próprias, cada uma delas auxilia a iluminar o pensamento, dando estrutura e novas perspectivas às ideias e aos conceitos a serem aprendidos, enriquecendo-os por aprofundamento e confluência intelectual. Da mesma maneira que a prosa e a poesia são duas formas muito diferentes quanto à função e aos meios que utilizam, as representações têm natureza multifuncional; cognitivamente falando, portanto, vêm a contribuir quanto às funções e papéis pedagógicos.

Conseqüentemente, o pensar na forma verbal, ainda que essencial, privilegiado e mesmo natural, não abrange todas as formas de pensamento, e quando complementado e auxiliado por outras formas representacionais de refletir, é capaz de estimular pedagogicamente a formação dos conceitos. A relação entre pensamento e múltiplas formas de representação através de palavras, símbolos, ações, gestos, figuração, imagens, entre outras, em diversos modos de representação é um processo que ativa a cognição e a deixa viva. Ambos, pensamento e variedade representacional se autoalimentam, posta sua interdependência, o que ocasiona o aprimoramento do intelecto. Incorporar essa preocupação ao ensino, de modo a fazer com que os estudantes atuem com múltiplas representações, com a finalidade de aprender conceitos científicos, é uma maneira de potencializar instrumentos de pensamento com o objetivo de estabelecer níveis de compreensão cada vez mais elevados.

Dessa forma, é evidenciada a necessidade de se trabalhar a matéria proposta utilizando-se diferentes abordagens representacionais a fim de se elucidar o tema de forma que este fique claro para o aluno. Nesse sentido, é válido reafirmar a viabilidade da capoeira como signo, como uma diferente representação, para a compreensão do movimento convectivo termodinâmico para um estudante que esteja imerso na cultura da capoeira.

A capoeira é uma arte muitas vezes passada de forma verbal, nem sempre possui um método didático, suas histórias por muito, pode-se dizer que são lendas ou ainda contos, que de maneira oral é passada de geração à geração, como os griot's africanos transmitem seus conhecimentos para as gerações futuras.

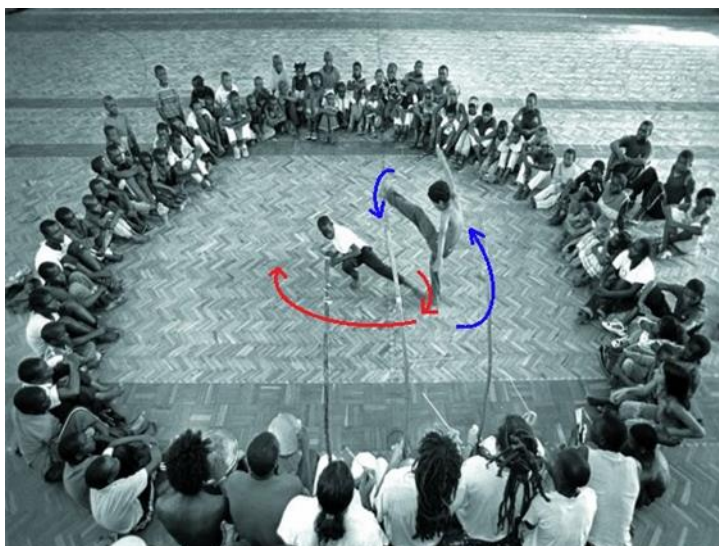


Figura 1: Roda de Capoeira com esquema de Movimento convectivo, Acervo de imagens google

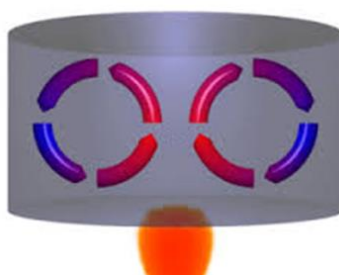


Figura 2: Esquema Movimento Convectivo, Acervo de imagens google

Com base nos golpes giratórios da capoeira dentro do contexto da roda de capoeira, podemos utilizar a mesma para elucidar o movimento ascendente ou descendente de um fluido, ou seja, de convecção. Conforme se aumenta a temperatura do sistema, o fluido aquece e tende a ascender, e o fluido mais frio no sistema descende. Esse movimento do fluido, não é algo visível a olho nu, apesar de existir experimentos de baixo custo inclusive, porém, muitas vezes o tempo disponível em aula, pode tornar inviável para o professor realizar o mesmo para elucidar o conteúdo. Pensando nisso, podem-se utilizar os recursos gratuitamente disponíveis na internet como os inúmeros vídeos de capoeira existentes nela.

Partindo desde princípio, para tornar maior a eficiência de aprendizado do aluno, utilizando a capoeira como exemplo-âncora algo cotidiano e difundido culturalmente pode-se analisar o movimento giratório dos golpes na roda de capoeira aplicados pelos capoeiristas com o movimento de convecção de um fluido.

Considerações Finais

Para além da importância que os temas da termodinâmica apresentam nos currículos escolares, também deve ser pensado em metodologias que permitam um entendimento por parte

dos estudantes, que desperte o seu interesse e a curiosidade, gerando assim um processo de ensino aprendizagem satisfatório. Desse modo, uma proposta para uma pesquisa futura é saber se a capoeira é válida ou não, como símbolo para a elucidação do conceito de convecção termodinâmica e, ainda, testar a eficiência deste símbolo com outros métodos didáticos para o ensino de Física. Por fim, mas não menos importante, a teoria dos signos de Peirce (2005) nos dá muitas pistas do caminho traçado pela linguagem, sua representação e suas leituras. Especificamente no caso da Física, levantamos questões sobre os limites entre objeto e a sua representação, além disso, incluímos na nossa problemática um aspecto reminescente da nossa história cultural, e que é de extrema importância para o sucesso e engajamento em situações de ensino.

Referências

- AINSWORTH, S. The functions of multiple representations. **Computers & Education**, v. 33, p. 131–152, 1999.
- ECO, U. **Obra aberta**. - Perspectiva [São Paulo, SP] 1968.
- DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano**. Registros semióticos y Aprendizajes Intelectuales. Cali, Colômbia: Merlín, I.D. 2004. Título do original: Sémiosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels.
- INCROPERA, FRANK; WITT, DAVID. **Fundamentals of Heat and Mass Transfer** – 3ª ed. 1990.
- IPHAN. **Roda de Capoeira**. IPHAN. Consultado em 28 de dezembro de 2015.
- LABURÚ, C.E, BARROS, M.A. **Problemas com a compreensão de estudantes em Medição: razões para a formação do Paradigma Pontual**, Investigações em Ensino de Ciências, v.14, n.2, p.151-162, 2009.
- LABURÚ, C.E; SILVA, O. **Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos**. Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 7-33, 2011.
- LABURÚ, C.E; et al **Vygotsky E Múltiplas Representações: Leituras Convergentes Para O Ensino De Ciências** Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 1: p. 7-24, abr. 2013.
- ONU. **Roda de Capoeira é declarada Patrimônio Imaterial da Humanidade**. ONU Brasil. Consultado em 28 de dezembro de 2015.
- PEIRCE, Charles S. **Semiótica**. Trad. de José Teixeira Coelho Neto. São Paulo: Perspectiva, 2005 (Coleção estudos).
- REIS, J. R. ; GUERRA, ANDREIA; BRAGA, MARCO. **Ciência e arte: relações improváveis?**, Hist. cienc. saude-Manguinhos vol.13 Rio de Janeiro Oct. 2006
- SEARS, FRANCIS; SALINGER, GERHARD. **Termodinâmica, Teoria Cinética e Termodinâmica Estatística** – 3ª ed. [Rio de Janeiro, RJ] 1979.
- ZANETIC, J. **"Física também é cultura"**. Tese de doutorado, São Paulo, Faculdade de Educação da USP. 1989.