

Minicurso Como Ferramenta Didática para Divulgação Científica da Teoria do Caos

Larisse Braz dos Santos¹
Mayane Leite da Nóbrega²

RESUMO

Diante dos desafios que perpassam o ensino, em especial o ensino das ciências onde a informação sobre descobertas científicas são divulgadas diariamente em meios de divulgação/comunicação muitas vezes sem levar em consideração aspectos científicos, com a função de apenas informar o público em geral, foi elaborado o curso de divulgação científica intitulado, “A Teoria do Caos na Transição dos Séculos”. O minicurso teve como objetivo promover a divulgação científica da Teoria do Caos para alunos do curso de Ciências da Natureza, visto que a mesma não está inserida na matriz curricular do curso, o que leva os alunos a terminarem a graduação sem conhecer uma área da Física Contemporânea. Com o curso é possível apresentar aos licenciandos os principais conceitos relacionados à Teoria do Caos, além de ilustrar possíveis aplicações da mesma à diversas áreas da ciência.

Palavras-chave: Divulgação Científica, Teoria do Caos, Ensino de Ciências.

INTRODUÇÃO

No Ensino há uma preocupação com relação ao fato do Ensino de Ciências no Ensino Médio não conseguir acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico, muitas vezes distanciando-se das necessidades dos alunos em relação aos conhecimentos científicos atuais (OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007), uma vez que uma das razões para a inserção da Física Moderna no ensino é a interpretação que esses conteúdos podem possibilitar para o estudante em relação a uma leitura do mundo atual (LOCH; GARCIA, 2009).

Mesmo os temas relacionados à Física Moderna Contemporânea serem divulgados diariamente em diversos meios de comunicação e divulgação científica, essa informações/conhecimentos chegam ao público muitas vezes de forma simplista e superficial. Entre esses temas está a Teoria do Caos (FERRARI, 2008), que surge a partir do estudo de sistemas não lineares, sistemas estes que apresentam sensibilidade às condições iniciais (PATY, 2009).

¹ Professora da Unidade Escolar José Marques, lari.cience@gmail.com;

² Professora do Colegiado de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVAF, maynobrega@gmail.com;

Assim diante da necessidade de levar conhecimentos científicos relacionados à Física Moderna Contemporânea ao Ensino de Ciências foi elaborado um minicurso intitulado A Teoria do Caos na Transição dos Séculos, que teve como objetivo promover a divulgação científica da Teoria do Caos para alunos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza.

O minicurso foi organizado com a proposta de introduzir conceitos básicos referentes à Teoria do Caos e sua aplicabilidade, nesse contexto selecionou-se os principais pontos relacionados ao conteúdo, levando em consideração sua relevância para o público alvo. Já que a Teoria do Caos constitui-se como assunto fundamental para a compreensão de diferentes fenômenos presentes no cotidiano, articulando diversas áreas do conhecimento.

METODOLOGIA

Com base nos aspectos citados anteriormente e com a necessidade de que futuros professores de ciências conheçam a Teoria do Caos, foi elaborado um minicurso de Divulgação Científica. O minicurso foi organizado com a proposta de introduzir conceitos básicos referentes à Teoria do Caos e sua aplicabilidade, nesse contexto foi selecionado alguns pontos relacionados ao conteúdo, levando em consideração sua relevância para o público alvo.

O curso constituiu-se em quatro partes, sendo elas: Introdução a Teoria do Caos e a Ciência no século XX; O que é a Teoria do Caos?; Aplicações da Teoria do Caos; e a contribuição que cientistas brasileiros deram para o estudo dos sistemas dinâmicos, como mostra a quadro 1 . E como avaliação do minicurso optou-se por uma reflexão do que representou o minicurso para os graduandos em Ciências da Natureza.

Quadro 1. Tópicos abordados no minicurso A Teoria do Caos na transição dos séculos.

<i>A Teoria do Caos na Transição dos Séculos</i>	
Uma introdução a Teoria do Caos e a Ciência no século XX	Consistiu em uma breve discussão sobre a Ciência no século XX, levando em consideração os principais avanços científicos ocorridos neste período, foi discutido ainda sobre método científico e rupturas de paradigmas (Thomas S. Khun). Dando ênfase nas revoluções científicas ocorridas entre o século XX e XXI, na física, como a Relatividade, Mecânica Quântica e Teoria do Caos.
	Foi enfatizado o que é a Teoria do Caos, uma breve introdução sobre sua história e o

<p>O que é a Teoria do Caos?</p>	<p>processo de institucionalização dessa nova ciência levando em consideração os cientistas que deram contribuições como Poincaré, Smale e Lorenz. Discutindo conceitos importantes para compreensão da Teoria do Caos.</p>
<p>Aplicações da Teoria do Caos</p>	<p>Foi relatada a aplicação da Teoria do Caos a sistemas auto-organizados, como as redes computacionais Web, economia e sobre os sistemas auto-organizados são encontrados na natureza.</p>
<p>A contribuição que cientistas brasileiros deram para o estudo dos sistemas dinâmicos</p>	<p>Fez-se uma comparação através de gráficos do crescimento da Teoria do Caos no mundo e no Brasil desde sua institucionalização por volta da década de 1970 até o ano de 2000, onde mostra que o crescimento dessa ciência no Brasil acompanhou o desenvolvimento e crescimento no mundo, diferente das demais áreas das ciências, que o Brasil esteve sempre atrasado. Ressaltando a contribuição de brasileiros como Maurício Peixoto e Celso Grebogi, finalizando com um olhar do que foi a ciência no século XX e XXI, levando em consideração crescimento de número de pesquisas futuras.</p>

REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil há um intenso questionamento com relação aos processos de ensino e aprendizado, compreendendo da estrutura das escolas, até a formação de professores. Percebe-se que a educação do país não é satisfatória, isso fica nítido quando se ouve relatos de pais, professores e alunos (SANTOS et al., 2011). Por outro lado é evidente a influência que o desenvolvimento da ciência e tecnologia tem exercido e exerce sob a sociedade, e no Ensino de Ciências (NASCIMENTO; FERNANDES; MEDONÇA, 2010).

A ciência moderna tem conseguido dar um longo passo, e seu progresso é visível, a mesma está sendo divulgada em velocidade enorme, seja pelos meios de acesso a informação, televisão, internet etc. ou por meio do ensino formal, porém muitos desses assuntos são vistos de forma fragmentada, descontextualizada, ou não contém informações capazes de dotar o público de uma visão crítica, então torna-se necessário um processo de ensino capaz de transmitir essas informações com uma perspectiva científica, facilitando dessa forma a construção de conhecimentos de cunho científico pelos estudantes (HOLANDA; GALÃO; LEITE, 2014).

Diante dos diversos meios de divulgação científica, pesquisadores tem analisado a necessidade de discussões relacionadas à forma e a estratégia pela qual a divulgação da ciência vem crescendo fora do âmbito do ensino formal (MARANDINO, 2003). Os veículos de divulgação têm abordado conteúdos relevantes de forma abrangente sobre ciência e tecnologia (FERREIRA; QUEIROZ, 2012), nesse contexto torna-se necessario que a divulgação científica matenha a população informa sobre descobertas científicas, não apenas com a intenção de divulgar, mas levando em consideração os aspectos científicos.

Neste contexto compreende-se a Divulgação científica como o uso de processos e recursos técnicos utilizados para facilitar a comunicação e informação da ciência e tecnologia para o público em geral, consistindo na tradução de uma linguagem especializada para um público leigo (ABAGLI, 1996).

Embora a internet seja o meio mais fácil e que possibilite com maior rapidez a propagação de informações, essa traz consigo informações distorcidas, deixando lacunas na formação científica. Por vezes esse meio de divulgação da ciência tem divulgado temas contemporâneos equivocados, procurando ainda responder apenas algumas curiosidades, não sendo capaz de dotar o leitor com informações suficientes, para ajudar a formar uma visão crítica em relação a determinados conteúdos. Além disso, tem deixado de tratar tais temas com cunho científico, o que leva ao leitor a interpretações errôneas, um exemplo disso é a Teoria do Caos, que vem sendo divulgada por alguns meios, sendo associada somente ao estudo dos sistemas desorganizados, aleatório, na ausência total de regras (FERRARI, 2008).

Por vezes os meios de divulgação da ciência têm divulgado temas contemporâneos equivocados, procurando ainda responder apenas algumas curiosidades, não sendo capaz de dotar o leitor com informações suficientes, para ajudar a formar uma visão crítica em relação a determinados conteúdos. Além disso, tem deixado de tratar tais temas com cunho científico, o que leva ao leitor a interpretações errôneas, um exemplo disso é a Teoria do Caos, que vem sendo divulgada por alguns meios, sendo associada somente ao estudo dos sistemas desorganizados, aleatório, na ausência total de regras (FERRARI, 2008).

A Teoria do Caos é uma das descobertas científicas do final do século XX e início do século XXI, neste período a ciência moderna desde o século XVII, encontrava-se em transformações, onde mais tarde, por volta do século XX e início do século XXI, surgiram profundas mudanças em seu percurso (FREIRE-JUNIOR; GRECA; EL-HANI, 2014).

Apesar de no fim do século XIX, cientistas acreditarem que a Física estivesse pronta, pois nesse período a mesma encontrava-se com uma base sólida, cientistas não esperavam que mais tarde a Relatividade e a mecânica Quântica viriam a revolucionar a Física, explicando

diversos fenômenos (PATY, 2009). O século XX foi o marco no desenvolvimento das ciências naturais (HOBSBAWM, 1999).

O século XX foi o período de intensas modificações, inovações, visto que presenciou as duas grandes revoluções, relativista e quântica, explorando desde os domínios atômicos, nuclear e subnuclear. Houve ainda grandes renovações como a física dos sistemas dinâmicos, que apresenta grande relevância para a matemática e física matemática, onde após esse período tornou-se interdisciplinar, explicando fenômenos de diversas áreas das ciências naturais e outras (PATY, 2009).

A Teoria do Caos procura entender e descrever os sistemas não lineares, onde pequenas alterações nas condições iniciais podem chegar a resultados imprevisíveis, (GLEICK, 1989; FRÓIS, 2004). Todos os sistemas ditos caóticos apresentam sensibilidade às condições iniciais, esses são fatores decisivos nas combinações de mudanças na escala de determinados sistemas, ou fenômenos (GLEICK, 1989).

Os sistemas caóticos são instáveis, devido às trajetórias que correspondem às condições iniciais divergirem exponencialmente ao longo do tempo (PRIGOGINE, 1996). Devido muitos sistemas físicos depender das condições hipersensíveis para gerarem instabilidade, os fenômenos caóticos deterministas produzem a desordem do acaso, que se organiza em determinados pontos, mantendo assim de certa forma a ordem em meio ao caos (RUELLE, 1993). Sistemas que apresentam comportamentos caóticos estão presentes em toda parte, tem-se como principal exemplo a natureza, sendo essa uma das melhores representações (FRÓIS, 2004).

O marco na institucionalização, apoiado nos estudos de sistemas dinâmicos e complexidade, foi à criação do instituto Santa Fé, nos Estados Unidos, ao decorrer das décadas de 1970 a 1980 (FREIRE-JUNIOR; GRECA; EL-HANI, 2014). Nessa mesma época começou a divulgação dessa ciência, ela estava no auge das publicações, como também havia um grande número de cientistas interessados pelo assunto (RUELLE, 1993).

Foi somente a partir de 1930, que cientistas começaram a explorar os sistemas dinâmicos com uma visão matemática e posteriormente física dando assim o início dos estudos em sistemas não lineares (PATY, 2009). Por volta de 1960 a 1970, esses estudos foram batizados como a Teoria do Caos (GLEICK, 1989; PATY, 2009). Um dos primeiros centros de pesquisas a estudar os sistemas dinâmicos não-lineares foi o Instituto Santa Fé, onde um dos seus objetivos era trazer a experiência de físicos em dinâmica não linear e transição de fase para o estudo dos sistemas complexos, promovendo a interdisciplinaridade (NÓBREGA, 2014). A Teoria do Caos teve origem no trabalho do matemático Poincaré, com

os estudos da estabilidade do sistema solar, onde ele verificou que há órbitas não periódicas em sistemas com apenas três corpos (BORGES, 2014).

A Teoria do Caos constitui-se como assunto fundamental para a compreensão de diversos fenômenos presentes no cotidiano, pois articula diferentes áreas do conhecimento. É fundamental que professores de ciências estejam aptos a trabalharem com temas contemporâneos no ensino, uma vez que a ciência está em constante progresso. O entendimento científico não é apenas uma demanda socioeconômica. Mas sim um direito de todos, torna-se importante que professor de Ciências Naturais compreenda que ciência, tecnologia e sociedade estão intimamente ligadas, pois o ensino deve contemplar a realidade do aluno, favorecendo a crítica participativa (SOUZA; CHAPANI, 2015). A ciência é uma atividade humana, onde tem por objetivo entender a natureza, na verdade é um modo e não somente um acúmulo de informações (MEIS, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O minicurso a Teoria do Caos na transição dos séculos, foi elaborado e organizado com o intuito de que futuros professores de ciências conheçam a Teoria do Caos, uma vez que há a necessidade de que esses professores estejam aptos a trabalharem com temas contemporâneos no ensino de ciências, pois como destaca Ferrari (2008) esses são divulgados diariamente em diferentes meios de divulgação da ciência, sem levar em consideração os termos científicos, buscando apenas informar o público em geral.

O minicurso na sua estrutura apresenta não apenas conceitos, mas também buscou relacionar as descobertas contemporâneas da física do século XX, Teoria do Caos, com as principais descobertas científicas da Física nesse período, fazendo um breve comentário sobre o processo histórico de cada uma das revoluções científicas ocorridas nesse período e os cientistas que contribuíram para a criação dessas teorias. Explicitando que desenvolvimento científico não ocorre de forma linear, chamando a atenção para as rupturas de paradigmas que ocorrem nas ciências, que é um aspecto importante para entender como a ciência evolui ao longo do tempo.

Utilizamos do processo histórico da Teoria do Caos para promover compreensão de como ela se institucionalizou. Ressaltando que as descobertas científicas de um dado período pertencem a um contexto histórico-social. Corroborando com o que foi exposto acima, Penitente e Castro, (2010) discutem sobre a necessidade que há do professor entender a evolução histórica e filosófica dos conteúdos científicos, para que esse embasamento teórico

seja utilizado como ferramenta didática no ensino, tornando dessa forma o conteúdo mais contextualizado.

De acordo com Feistel e Maestrelli (2012) o debate sobre a inserção de um ensino interdisciplinar é fundamental nos cursos de Ciências Naturais, pois existe a necessidade que possibilite a reflexão, a prática coletiva e o diálogo entre as diferentes áreas da ciência, buscando um ensino e aprendizado contextualizado. A interdisciplinaridade é também um dos fatores essenciais para melhor entendimento dos conteúdos, pois promove a junção das várias áreas do conhecimento proporcionando, portanto, ao aluno um ensino amplo, ou seja, não fragmentado.

Ainda neste sentido Hobsbawm (1995) destaca que a Teoria do Caos é um exemplo de interdisciplinaridade, pois abrange diversas áreas das ciências, como a química, física, geologia, biologia de sistemas evolucionários entre outras. Esse diálogo entre os diversos ramos da ciência é importante, pois estende a visão do educando em relação aos aspectos que nos deparamos diariamente, que vão desde ao funcionamento anatômico, fisiológico e molecular do corpo até a organização do meio ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No minicurso A Teoria do Caos na Transição dos séculos foi abordado os principais conceitos relacionados a essa teoria, a importância do minicurso dar-se pela necessidade da utilização de temas contemporâneos na formação inicial de professores de Ciências da Natureza. Neste sentido a escolha pelo tema, Teoria do Caos, justifica-se pela necessidade que há de que futuros professores tenham contato com temas relacionados a Física Moderna Contemporânea, já que esses são divulgadas diariamente em diversos veículos de divulgação científica, e muitas vezes de forma simplista.

Diante da necessidade de que futuros professores de ciências conheçam a teoria do caos, o minicurso reuniu uma série de elementos, que vai desde a abordagem de História e Filosofia da Ciência a interdisciplinaridade e contextualização, utilizando da divulgação científica para abordar de forma breve e simples um conjunto de conteúdos da física, química, biologia, economia, geologia entre outras. Mostrando que é possível trabalhar de forma interdisciplinar, contextualizada para a compreensão de diversos fenômenos.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S. **Divulgação científica: informação científica para a cidadania?**. rev. Ci. Inf., Brasília, v. 25, n. 3, p. 396 – 404. 1996.

BORGES, E. P. **Conceito de entropia e sua generalização**. In: FREIRE-JÚNIOR, O.; GRECA, I. M.; EL-HANI, C. N. (Orgs.) Salvador. Editora: EDUFBA. 2014.

FEISTEL, R. A. B.; MAESTRELLI, S. R. P. **Interdisciplinaridade na formação inicial de professores: um olhar sobre as pesquisas em Educação em Ciências**. rev. ALEXANDRIA. v. 5, n.1, p. 155-176. 2012.

FERRARI, P. C. **Temas contemporâneos na formação docente a distância –uma introdução a Teoria do Caos**. 2008, 135f. Tese (Educação Científica e tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. 2008.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. **Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão**. rev. ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 5, n. 1, p. 3 – 31. 2012.

FREIRE-JUNIOR, O.; GRECA, I. M.; EL-HANI, C. N. (orgs.) **Ciência na transição dos séculos: conceitos, práticas e historicidade**. Salvador – BA. Editora: EDUFBA. 2014.

FRÓIS, K. P. **Uma breve história do fim das certezas ou o paradoxo de Janus. Caderno interdisciplinar em ciências humanas**. n, 63 – fpolis. 2004.

GLEICK, J. **Caos: a criação de uma nova ciência**. Tradução: waltensir Dutra. 18ª edição. Rio de Janeiro. Editora: Elsevier/CAMPUS. 1989.

HOBBSAWM, E. **Era dos Extremos: o breve século XX**. Tradução: Marcos Santarrita. 2ª edição. São Paulo. Editora: Companhia das letras. 1995.

LOCH, J.; GARCIA, N. M. D. **Física Moderna e contemporânea na sala de aula do ensino médio**. VII Enpec. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência. 2009.

MARANDINO, M. **A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais**. rev. Cad. Bras. Ens. Fís. v. 20, n. 2, p.168-193. 2003.

MEIS, L. **Ciência, educação e o conflito humano-tecnológico**. 2ª edição. Editora: SENAC. São Paulo. 2002.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. **O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais**. rev. HISTEDBR On-line, n. 39, p. 225 – 249. 2010.

NÓBREGA, M. L. **Complexidade: um olhar para o final do século XX**. In: FREIRE-JÚNIOR, O.; GRECA, I. M.; EL-HANI, C. N. (Orgs.). Salvador. Editora: EDUFBA. 2014.

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. **Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores**. rev. Brasileira de Ensino de Física. v. 29, n. 3, p. 447-454. 2007.

PATY, M. **A física do século XX**. Tradução: Pablo Miraconda. São Paulo. Editora: Idéias & letras. 2009.

PENITENTE, L. A. A.; CASTRO, R. M. A **A História e Filosofia da Ciência: contribuições para o ensino de ciências e para a formação de professores.** rev. Revista Eletrônica Pesquiseduca. v.2, n.4, p. 231-244. 2010.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza.** Tradução: Roberto Leal Ferreira. Editora: UNESP. 1996.

RUELLE, D. **Acaso e caos.** Tradução. Roberto Leal Ferreira. 2ª edição. São Paulo. Editora: UNESP. 1993.

SANTOS, A. C. et al. **A importância do ensino de ciências na percepção de alunos de escola da rede pública municipal de Criciúma – SC.** rev. Univap. v. 17, n. 30, p. 68-80. 2011.

SOUZA, A. L. S.; CHAPANI, D. T. **Necessidades formativas dos professores que ensinam ciências nos anos iniciais.** rev. Práxis Educacional, Vitória da Conquista. v. 11, n. 19, p. 119-135. 2015.