

TEORIA DO CAOS E A NÃO LINEARIDADE NO CONTEXTO DA PANDEMIA DIANTE DA SENSIBILIDADE AS AÇÕES HUMANAS: UMA REFLEXÃO SOBRE AS MUDANÇAS EDUCACIONAIS

CHAOS THEORY AND NON-LINEARITY IN THE CONTEXT OF THE PANDEMIC IN THE FACE OF SENSITIVITY TO HUMAN ACTIONS: A REFLECTION ON EDUCATIONAL CHANGES

Alexandre Dijan Coqui

Municipal de Educação do Município de Jacaraci, Jacaraci, BA, Brasil

Benedito Evanberto Coqui Neto

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Candeias, BA, Brasil

Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos Santos

Universidade Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil

DOI: <https://doi.org/10.46550/amormundi.v2i3.87>

Recebido em: 09.03.2021

Aceito em: 28.03.2021

Resumo: O que nos remete imaginar viver próximos de um filme de ficção científica, a partir das inúmeras mudanças ocorridas com o alto risco de contaminação causada pela Covid-19, muitas decisões contrárias aos alertas dos cientistas nos aproximam de um enredo de filmes ou web séries nessa temática. Contudo, o problema está na veracidade e no aumento exponencial de casos e óbitos. O ponto de partida desse artigo está na relação entre os conhecimentos da Física e da Matemática, no estudo da teoria do caos e das equações diferenciais ordinárias para explicar os fenômenos ocorridos desde a descoberta do vírus até a suspensão das aulas e o início do ensino remoto, contrapondo a esses fatos as diversas variáveis que alteram o estado inicial de um evento e aumentam sucessivamente alterando o resultado, su-pondo certos resultados de acordo as decisões anteriores. Este é o objetivo do tema: relacionar os eventos e as deliberações para compreender o estado atual no Brasil, levando a discussão alguns estudos e pesquisas que possibilitem fundamentar o nosso trabalho. Para isso, a análise de fatos tanto na realidade quanto na ficção, servem para criar uma analogia do contexto atual, as interferências iniciais e como elas influenciaram no resultado final. Esse artigo não é um ponto final, mas um alerta para as futuras ações e como elas terão o poder de intervir no futuro da educação no Brasil.

Palavras-chave: Teoria do Caos. Equações diferenciais ordinárias. Pandemia. Educação.

Abstract: What makes us imagine living close to a science fiction movie, from the numerous changes that have occurred with the high risk of contamination caused by Covid-19, many decisions contrary to the warnings of scientists bring us close to a plot of movies or web series on this theme. However, the problem lies in the veracity and the exponential increase in cases and deaths. The starting point of this article is in the relationship between the knowledge of Physics and Mathematics, in the study of chaos theory



and ordinary differential equations to explain the phenomena that have occurred since the discovery of the virus until the suspension of classes and the beginning of remote teaching, counterposing to these facts the several variables that change the initial state of an event and increase successively changing the outcome, assuming certain results according to previous decisions. This is the goal of the theme: to relate the events and deliberations to understand the current state of affairs in Brazil, bringing to discussion some studies and research that make it possible to substantiate our work. For this, the analysis of facts both in reality and in fiction, serve to create an analogy of the current context, the initial interferences and how they influenced the final result. This article is not an end point, but a warning for future actions and how they will have the power to intervene in the future of education in Brazil.

Keywords: Chaos theory. Ordinary differential equations. Pandemic. Education.

1 Introdução

A Física no contexto educacional, para alguns, se relaciona meramente a uma disciplina no Ensino Médio, com uma infinidade de cálculos e fórmulas, do que na estrutura do processo didático/pedagógico e nos diálogos sobre as transformações educacionais, debates voltados com maior intensidade nos estudos da Filosofia, Sociologia e Antropologia na conjuntura da História da Educação.

Esse artigo vem desmistificar essa imagem da Física enraizada no senso comum e propor uma análise de conceitos e sistemas equacionais nas transformações atuais do mundo e relacionados à educação. O ponto de partida do trabalho não é inovador, há décadas estudiosos desafiavam a ciência e os padrões sociais inquestionáveis e propunham um novo olhar, entretanto, a imobilidade educacional causada por uma infinidade de variáveis condicionou a educação a um banco de dados entre professores e alunos, o primeiro deposita e alimenta com conhecimentos pré-definidos e padronizados e o segundo absorve e reproduz.

Para isso, compreender os fenômenos e sua associação com a evolução social, mesmo em tragédias mundiais, como vivemos hoje na crise da saúde pública causada pelo coronavírus, o avanço acontece e novas possibilidades abrem-se diante das calamidades, isso é o processo de evolução e a prova que nos adaptamos em diversas circunstâncias.

O filme *Jogo da imitação*¹ é uma prova da evolução na área da computação, muitos acreditam que se não fosse a Segunda Guerra Mundial não tínhamos o progresso tecnológico que temos em nosso tempo. Decodificar códigos criptografados do inimigo e desvendar a posição geográfica e a localização dos ataques era fundamental para vencer a guerra. Se há um lado bom na guerra, esse foi um deles. Alguns dizem que essa evolução científica foi o ponto decisivo para a vitória dos aliados, sabemos que não é apenas uma única variável que determinou o fim do conflito mundial, mas um dos fatores decisivos.

Aqui está a engrenagem principal deste trabalho, através dos conceitos da Física e da Matemática no contexto da pandemia temos a possibilidade de projetar a evolução no processo educativo aliado ao uso das tecnologias a serviço do conhecimento, isso é essencial para o crescimento intelectual, independente das deficiências das políticas públicas e dos atrasos educacionais que vivenciamos, lembramos que: uma mudança em um ponto inicial provoca

1 No filme A Teoria de Tudo, O Jogo da Imitação é a cinebiografia de um gênio cientista britânico que não teve uma vida fácil.

outras mudanças sucessivas e, por conseguinte, a evolução do homem.

O contraponto entre o estudo da Teoria do Caos e o desenvolvimento da educação revela-se fundamental para questionarmos a situação da escola pública e o quanto pode e deve ser feito para mudar o quadro de abandono tecnológico nas instituições.

O artigo expressa essas questões trabalhadas na Física e na Matemática: a Teoria do Caos e a Equação diferencial ordinária e o esforço para compreendê-las dentro do processo de identificação e disseminação do vírus da Covid-19 no mundo e, como as variáveis e as mudanças nas condições iniciais romperam com padrões educacionais e nos levaram ao estudo remoto e as transformações na realidade da educação brasileira.

Vivemos hoje uma elevação exponencial de casos de contaminação e de mortes causadas pelo Covid-19 e a educação vive os reflexos desses resultados. Assim, fazer uma análise de como essas questões da Física e da Matemática podem ser utilizadas para explicar a situação que vivemos e seus padrões não lineares são importantes para compor o cenário atual.

O problema básico é: compreender como o processo dinâmico da Teoria do Caos e da não linearidade dos fenômenos naturais possa influenciar na tomada de decisão para suspensão das aulas e, posteriormente, a urgência em reorganizar a estrutura educacional para que os alunos tivessem continuidade de seus estudos e como esses estudos passaram a ser (RE)elaborados.

A nova realidade na educação, imposta por diversas variáveis, leva-nos a ponderar, no entanto, que o acesso às tecnologias ainda é muito limitado. Os professores e alunos possuem poucas habilidades no uso dessas ferramentas para a educação, as famílias apresentam certa resistência em assumir o seu papel na educação dos filhos, pouco investimento tecnológico nas escolas públicas e, para concluir, uma sociedade doente e fragilizada.

2 Teoria do caos: os desdobramentos no tempo

Um prego está faltando, uma ferradura está faltando. Uma ferradura está faltando e um cavalo está perdido. Um cavalo está faltando, uma batalha está perdida. Uma batalha está perdida e um país está perdido². (Provérbio Chinês).

No filme, *Velozes e Furiosos: Desafio em Tóqui*, os personagens “tio Kamata” e “DK”, interpretados pelos atores: *Sonny Chiba e Brian Tee* fazem uso do provérbio chinês em uma das cenas em que “DK” ao ser roubado explica ao tio, chefe da *Yakuza*, que a quantia furtada foi irrisória e não compensaria tentar recuperá-la. Nesta cena utiliza-se o provérbio para explicar que um fato, por mais simples que seja, pode desencadear uma série de respostas positivas ou não no universo pessoal ou coletivo.

Cabe, inicialmente, compreender que alguns fatos ao sofrerem pequenas variações podem desencadear reações de grandes proporções a longo prazo. Muitos estudiosos ou produtores de filmes ou séries trabalham com a inversão dos acontecimentos atuais e tentam imaginar o momento presente caso um determinado fato histórico não tivesse ocorrido ou sofresse pequenas alterações, assim, surgem várias hipóteses de como seria a nossa existência.

Citamos como exemplo a série “*The Man in the High Castle*”, produzida por Ridley Scott e baseada no livro de Philip K. Dick, a série baseia-se em um universo distópico onde as

2 O Provérbio Chinês está disponível na língua original em: <https://kknews.cc/history/k2myy2p.html>.

potências do eixo vencem os aliados na Segunda Guerra Mundial. Este fato desencadearia uma mudança drástica na Geografia Política do planeta e na organização social e cultural.

Também, no filme, *Efeito borboleta*, lançado em 2004, no Brasil, o personagem Evan Treborn, interpretado pelo ator Ashton Kutcher, retrata a possibilidade de o protagonista retornar ao passado e alterar pequenos detalhes, criando no presente uma nova realidade, assim, pequenas mudanças grandes acontecimentos.

Esses fatos estão ligados à Teoria do Caos, segundo os estudos de Ferrari, Angotti e Tragtenberg (2009), compreender essa teoria é necessário assimilar o conceito de equações diferenciais ordinárias, conhecidas como EDO. Teoricamente essas equações supõe-se que tem o poder de prever um sistema, em alguns casos as infinitas variáveis impossibilita determinar de forma precisa um evento, são nessas condições que a EDO é utilizada para prever certos fenômenos.

A teoria do caos nasce segundo os autores, dentro das equações diferenciais e evidenciam que “a existência de sistemas determinísticos, contínuos e discretos, cujo comportamento é praticamente imprevisível devido à grande sensibilidade a mudanças nas condições iniciais”, (p. 3), determinam em grandes escalas certos acontecimentos. Esse evento, também conhecido como efeito borboleta, ilustra como certas modificações, quer por ação do homem, quer por fenômenos naturais imprevisíveis, alteram drasticamente um evento, isso “recebeu um nome técnico: dependência sensível das condições iniciais”, segundo (GLEICK, 1991, p. 20).

A dependência sensível às condições iniciais encontra-se presente no filme *Efeito borboleta*, tal como em outros filmes, relacionado à teoria do Caos, como o tema da série *Dark*, que também faz referência à teoria espaço-tempo a partir da Relatividade Geral, “descreve o movimento de sistemas acelerados e apresenta um formalismo geométrico para a força gravitacional”, Santana, Santos e Takiya (2020, p. 4), no entanto, a mudança está na relação aos desdobramentos do *Efeito Borboleta*³.

Os personagens da série *Dark* modificam o estado inicial de um evento gerando várias linhas temporais - universos paralelos -, porém, as ações decorrentes dos personagens ao tentarem modificar o tempo na mesma linha contínua, automaticamente, modificam o momento presente. Assim, criam-se laços familiares incomuns e eventos diversos, a todo momento empenham-se em alterar o tempo para corrigir falhas, porém, sem êxito. O curioso são as situações que acontecem ao mesmo tempo, estar e não estar no mesmo local e no mesmo momento, teoria chamada de “Gato de Schrödinger⁴”.

Sob esse ponto de vista, no contexto bíblico, descrito no Velho Testamento ou na Torá⁵, Gênesis 12:1-4, conhecido como “O chamado de Abrão”, formando a aliança abraâmica, promessa divina incondicional, foi um dos fatos que desencadearia uma série de acontecimentos históricos e divinos na narrativa judaica. No momento do chamado, Abrão teria uma escolha: obedecer e partir rumo ao desconhecido, como está descrito nos textos bíblicos, ou prosseguir

3 Para entender melhor o efeito borboleta: “(...) não está associado ao seu significado literal, mas sim a uma metáfora para o comportamento de sistemas caóticos. Pequenas modificações em um sistema podem ocasionar resultados significativos se esse apresenta dependência sensível, ou seja, o qual pode ser alterado por diversos fatores de maneira não linear. Disponível em: <https://www3.unicentro.br/petfisica/2020/06/25/o-efeito-borboleta/>.

4 O gato de Schrödinger é um paradoxo da teoria quântica que diz que só podemos constatar se o gato está morto dentro da caixa a partir da medição, no entanto, antes da medição o gato pode estar morto, vivo ou morto e vivo ao mesmo tempo. Para aprofundar está disponível em: http://lna.unb.br/lna_n01_08_dkrause.pdf.

5 Torá é o texto sagrado do judaísmo, composta pelos cinco primeiros livros do Antigo Testamento.

sua trajetória nos rituais e nas crenças de seu pai *Terá* em *Ur dos Caldeus*. Uma decisão que mudaria o rumo da história.

A escolha pela obediência culminou em uma saga de patriarcas, conquistas de terras, formação de tribos, obediências/desobediências, escravidão no Egito, libertação e, por fim, a formação do povo de Israel e, conseqüentemente, a partir de Abrão, depois conhecido como Abraão, surgiram várias linhas religiosas e nações que perpetuam até os dias de hoje.

Subseqüentemente, em Gênesis a partir do capítulo quinze, surge um novo episódio na qual a escolha determinará o rumo da história. No momento que Abraão é visitado por um anjo, segundo os textos bíblicos e Deus promete um filho ao patriarca para prosseguir com a sucessão na formação do povo de Israel, surge a figura de Sara, mulher de Abraão, por ter consciência da sua idade avançada decide com suas próprias mãos realizar o cumprimento da promessa entregando ao patriarca sua serva egípcia Agar, fato legal e descrito na Lei hurrita, em Nuzi e no código de Hamurabi, na Babilônia⁶.

A partir de então, dá-se início a um novo capítulo na história com o nascimento de Ismael, filho de Agar com o patriarca Abraão e, posteriormente, por decisão divina e pela promessa, Sara também dá a luz a Isaque, considerado pela Torá dos Judeus como o filho da promessa.

Deste modo, a partir da decisão de Sara, formavam duas nações que possuem historicamente os descendentes de Abraão: Ismael e Isaque. O primeiro forma a nação Árabe e o segundo a nação de Israel e, em consequência da ação direta de Sara, desponta uma das maiores disputadas pelo direito à primogenitura⁷, não apenas no plano físico, mas, no plano espiritual, a religião: os mulçumanos e os judeus e, por fim, o cristianismo, todos possuindo um mesmo patriarca em comum: Abraão.

Os fatos servem para comprovar as consequências que um pequeno ato pode desencadear ao longo da história. Para explicar tais fenômenos, a Teoria do Caos, na ciência humana, baseia-se em pequenas decisões, mas definem uma mudança drástica no futuro. Na decisão de Sara para cumprir a promessa feita a Abraão, ao ceder sua serva Agar, como era costume na época, a modificação no início de um evento, transformou-se em uma rivalidade até hoje.

Para a Matemática e a Física há como observar alguns fenômenos no resumo da publicação feita por Edward N. Lorenz sobre o fluxo não periódico determinístico:

Os sistemas finitos de equações diferenciais não lineares ordinárias determinísticas podem ser projetados para representar o fluxo hidrodinâmico dissipativo forçado. Soluções dessas equações podem ser identificadas com trajetórias no espaço de fase. Para aqueles sistemas com soluções limitadas, verifica-se que as soluções não periódicas são normalmente instáveis com respeito a pequenas modificações, de modo que estados iniciais ligeiramente diferentes podem evoluir para estados consideravelmente diferentes. Os sistemas com soluções limitadas apresentam soluções numéricas limitadas. Um sistema simples que representa a convecção celular é resolvido numericamente. Todas as soluções são instáveis e

6 A decisão de Sara em entregar sua serva Agar estava prevista em lei e configura-se tanto na Lei hurrita, em Nuzi e no Código de Hamurabi, na Babilônia. Segundo a Bíblia de estudo arqueológico, essas leis permitem que o marido possa adotar como filho legítimo qualquer filho tido como escravo. BÍBLIA. Bíblia de estudo arqueológico. Tradução Claiton André Kunz, Eliseu Manoel dos Santos e Marcelo Smargiasso: Prefácio da Educação Brasileira: Luiz Sayão. São Paulo: Editora Vida, 2013.

7 Para entender melhor a questão entre Ismael e Isaque sobre a rivalidade da primogenitura, segundo a Bíblia de estudo arqueológica, em alguns documentos de “Nuzi e de Mari revela, que, se uma concubina gerasse o primeiro filho, seu direito de nascimento podia ser retirado se a esposa principal gerasse um filho mais tarde. Essa situação ocorreu no caso de Ismael e Isaque”. Idem.

quase todas não são periódicas. A viabilidade da previsão do tempo de longo alcance é examinada à luz desses resultados. (LORENZ, 1963, p.1)

Essas equações na ciência exata diferem do contexto das ciências humanas, mas, agrupam-se diante da Teoria do Caos. Algumas equações diferenciais são representadas para descrever um sistema de movimentos aleatórios, conhecido como movimento de caos, ou seja, não obedecem a um sistema linear, mas criam várias linhas de fases que são determinadas por pequenas variações nas condições iniciais. Um sistema complexo, no entanto, na ciência humana esse universo caótico, estão nas pequenas alterações que acumuladas ao longo do tempo criam novos eventos que não estavam previstos.

Nesse contexto, temos o movimento não linear, onde não há um padrão que possa ser equacionado pela Física ou Matemática, mas a possibilidade de criar probabilidades. Entende-se que um evento novo no início pode alterar as previsões em grandes proporções, para Souza, Klafke e Bassini (2020, p.1):

a teoria do caos é empregada na Bolsa de Valores (Economia), Física (Sistemas dinâmicos), Engenharia (Gerenciamento de riscos de um projeto), biologia (Previsões genéticas no Planeta Terra) e até mesmo na Filosofia (se a teoria afeta o mundo real nessa amplitude, é impossível desconsiderá-la aqui também). Idem.

Nesses sistemas complexos duas importantes questões, posteriormente discutidas com ênfase na pandemia e nas mudanças na educação no Brasil e no mundo. Os sistemas considerados não lineares, ou seja, sistema caótico, por não obedecerem a um padrão de comportamento, podem ser interpretados na: “ideia de sensibilidade com relação às condições iniciais⁸, ou de desproporcionalidade entre causa e efeito (caos)⁹”, (SOARES, 2016, p. 69).

O pêndulo caótico¹⁰ é um bom exemplo da Teoria do Caos e explica com maior clareza o movimento aleatório, assim, mesmo que o indivíduo movimente o pêndulo pela segunda vez e procure seguir o mesmo movimento inicial a trajetória não será a mesma que a anterior, por uma série de variações, Souza, Klafke e Bassini (2020), esse movimento caótico muda a trajetória no tempo e no espaço.

No poema:

Quem sabe? Diz a mecânica quântica / que as partículas atômicas / se comportam de um jeito / quando são observadas / e de outro quando estão a sós / (como, aliás, todos nós). / E quem nos assegura / que o Universo que está aí / não é como aí está / quando ninguém está olhando? / E que quando os astrônomos / se viram do telescópio / para a prancheta / o Universo não faz / uma careta? (VERÍSSIMO, 2002).

Algumas situações não há como prevê ou quantificar em apenas uma equação, da mesma forma, algumas situações mudam apenas com a observação do pesquisador, como no caso da mecânica quântica na dualidade de onda-partícula¹¹, a simples observação muda o

8 A sensibilidade com relação às condições iniciais dentro de um sistema complexo é aceitar que quando surgem perturbações no momento inicial de um evento, mesmo que sejam mínimas as condições, ao longo prazo essas modificações transformam-se em erro e, conseqüentemente, torna-se incerto a previsão. Para entender melhor: 1 Bergé, P.; Pomeau, Y. Dubois-Gance, M. **Dos ritmos ao caos**. São Paulo: Editora da UNESP, 1996.

9 Desproporcionalidade de causa e efeito é entendida como a falta de relação entre a causa inicial de um evento e seu efeito. Para compreender melhor, partimos do seguinte exemplo, a partir do momento que um fenômeno é previsto, uma pequena alteração na relação entre a previsão e o evento irá modificar o efeito futuro.

10 Para entender melhor sobre o pêndulo caótico acesse <https://sites.ifi.unicamp.br/lief/2016/11/30/pendulo-caotico/>.

11 A dualidade onda-partícula ocorre de forma semelhante do “Gato de Schrödinger”, a diferença é que antes da observação a luz se comporta como onda e como partícula ao mesmo tempo, e quando o pesquisador observa ela se comporta como

comportamento.

Nos estudos de Lorenz, Gleick (1991), sobre as condições meteorológicas, o “efeito borboleta”, era entendido como pequenas oscilações no tempo que aos poucos criavam erros e não permitiam uma previsão, para modificar o tempo, no pensamento de Lorenz era levá-lo a fazer coisas diferentes, caso não houvesse interferência, porém, o resultado seria inesperado, ou pior, ou melhor. A célebre frase “É como se o bater das asas de uma borboleta no Brasil causasse, tempos depois, um tornado no Texas”, mostra como essas interferências podem modificar o estado final, não sabendo se Lorenz disse essa frase, mas que ilustra muito bem esse efeito borboleta.

Assim, esclarece alguns pontos relevantes para entendermos a dinâmica da Teoria do Caos, existe ordem no caos e caos na ordem. Segundo Gleick (1991, p. 32) ao questionar que as incertezas da ciência e do funcionamento de certos fenômenos que estão sujeitos à diversas variáveis é o que impulsiona a própria ciências “E a incongruidade, quando modifica a maneira como o cientista vê, torna possíveis os avanços mais importantes”.

Mais adiante o autor descreve, “Se todos os cientistas tivessem de começar do começo, questionando pressupostos fundamentais, teriam dificuldades em atingir o nível de sofisticação técnica necessária à realização de trabalho útil” (p. 32). Assim, a ciência atinge níveis de excelência a partir do momento que utiliza conhecimentos prévios ao enfrentar novos desafios, o que não é diferente com a educação.

3 Pequenas alterações, grandes mudanças educacionais

3.1. Pressupostos sobre a origem do COVID-19: um pouco de história

A cultura na apreciação de uma iguaria, na página do site *Proteção animal mundial*, uma pesquisa sobre o aumento da procura pelo café gourmet produzido a partir das fezes de um mamífero *Paradoxurus hermaphroditus*, mais conhecido como civeta, ao ingerir grãos de café o seu organismo fermenta e altera a composição química dos grãos que pode custar até U\$ 100 uma única xícara desta especiaria. O que tem em comum esse mamífero com as mudanças no cenário educacional no Brasil?

Da mesma forma, em 2007, o site G1, denunciou na reportagem o retorno da iguaria civeta, animal conhecido tanto na produção quanto na qualidade do café, como também iguaria no mercado chinês. Na época, 2007, a Síndrome Respiratória Aguda Grave (Sars), já conhecida em 2002, por ser transmitida de um morcego na China usou como hospedeiro um mamífero, o Civeta, e transmitiu para os humanos, surgindo uma nova doença culminando em um surto de infecção grave, (ESTEVEZ, 2020).

Também, em 2012, a síndrome respiratória do Médio Oriente, conhecida como MERS-CoV, que teria origem em morcegos e transmitida para o camelo, por sua vez, transmitido ao homem. E, por fim, em 2019, surgiu o que conhecemos como COVID-19, que teve origem no

morcego na China e, ainda sem uma comprovação científica, pode ter sido transmitida para o mamífero conhecido como pangolim e, posteriormente, transmitida ao humano.

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, em escala global, a partir das 15h44min do dia 19 de março de 2021, houve 121.464.666 casos confirmados de COVID-19, incluindo 2.684.093 mortes¹². Interrogações sobre como o planeta chegou a margens tão altas de contaminação e mortes e quais as relações com os mamíferos: morcego, civeta e pangolim?

O primeiro, morcego, é o protagonista da disseminação do vírus COVID-19, tanto nos primeiros coronavírus em 2002 na China, posteriormente, em 2012 no Médio Oriente e, em 2019, novamente na China. O mamífero é conhecido por carregar diversos tipos de doenças. No entanto, há uma série de mitos sobre esse animal, além de não ser mascote, também não é comida, só em raras culturas. No entanto, são conhecidos como repositório pululantes de vírus, entre eles o Ebola, Nipahm, Melaka, MERS e SARS, (VAIANO, 2020).

Na verdade, os morcegos transmitem as doenças para outros mamíferos e, por sua vez, aos homens. Segundo Esteves (2020), vários mamíferos são responsáveis por transmitir doenças aos humanos, a causa pode estar na destruição das florestas virgens, habitats desses animais e a introdução dessas espécies exóticas como alimento, possivelmente, podem trazer consigo novos patógenos.

Convém fazer uma abordagem da ação do homem na natureza, no caso dos dois mamíferos considerados reservatório animais, o Civeta, animal exótico empregado na produção de café, eles são alimentados com os grãos e suas fezes modificam o aroma, conhecido com *Kopi Luwak*¹³, na Indonésia. Porém, segundo o site Proteção animal mundial (2016), para garantir o mercado de café aromatizado e com o aumento da procura por este produto os animais são criados em gaiolas de forma cruel.

Da mesma forma, o mamífero pangolim, um dos repositórios de vírus, mesmo não confirmado como o transmissor do COVID-19, ainda é considerado o mamífero mais provável de transmissão para o homem.

(...) os pangolins (...) são os mamíferos que mais sofrem com o tráfico de animais silvestres no mundo. Acredita-se que mais de um milhão de pangolins foram capturados ilegalmente na natureza ao longo da última década. Estima-se que mais de 100 mil são enviados à China e ao Vietnã a cada ano (...) as escamas dos pangolins, compostas de queratina (mesma substância encontrada nos chifres dos rinocerontes e também em nossas unhas e pelos), são utilizadas na medicina asiática tradicional há mais de dois mil anos para o tratamento de inúmeras doenças (de câncer à acne). No entanto, não existe nenhum estudo científico que comprove as propriedades medicinais da estrutura. Outro problema é que a carne do animal é considerada afrodisíaca e é possível encontrar pratos feitos com carne ou feto de pangolim em alguns restaurantes asiáticos. (PASCHOAL, 2017, p. 1).

As consequências das atitudes do homem com o meio ambiente relacionam-se às questões discutidas sobre a Teoria do Caos nas ciências humanas. Resgatando conceitos anteriores: uma pequena mudança no início de um evento pode alterar de forma positiva ou não os eventos futuros em grandes proporções.

Verificam-se os seguintes eventos: o morcego é um mamífero considerado como

12 Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em 19 de mar. 2021.

13 Para entender melhor acesse: <https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/culinaria/fezes-de-mamifero-aromatizam-o-cafe-mais-carro-do-mundo,16eeeb23d4009310VgnVCM20000099cceb0aRCRD.html>.

repositórios pululantes de vírus, por sua vez, a transmissão humana acontece pela ação do homem ao meio ambiente: o desmatamento, a destruição do habitat natural e o consumo de mamíferos que possivelmente estão infectados com a doença transmitida pelo morcego.

Essas práticas culturais milenares, não cabe julgar, mas entender que uma ação, por menor que seja, o consumo de uma carne considerada afrodisíaca, pode trazer um caos, no sentido figurado de desordem social e descontrole e, não no sentido da Física, como está no dicionário, como sistema sem estabilidade, dinâmico, que se altera no tempo a cada pequena alteração das suas condições iniciais¹⁴.

É superficial entender que apenas o consumo desses animais exóticos ou a destruição do habitat natural é o responsável pelo estado pandêmico que o mundo está vivendo, a algo maior, são pequenas alterações nas condições iniciais de cada etapa do problema que determinam o seu agravamento ou não, tudo pode mudar a médio e longo prazo, dependendo das ações articuladas em cada linha de tempo.

A organização do país no conjunto de medidas de enfrentamento, uma má decisão aumenta a não linearidade de uma previsão, tendo consequências devastadoras, como o aumento de mortes. São várias correntes de pesquisas que se juntam ou contrapõem-se, alguns estudiosos são a favor da suspensão das aulas e outros não. Uma decisão a favor ou contra um grupo pode trazer consequências sérias no futuro.

O site G1, publicou alguns argumentos de cientistas que são a favor ou não da suspensão das aulas, enquanto uns argumentam que mesmo a taxa de infecção em crianças é menor, no entanto, a suspensão não se refere a discussão em relação a capacidade ou não de se infectar, mas a restrição na circulação desses menores, para esse grupo a suspensão é necessária. Porém, outro grupo argumenta que segundo algumas pesquisas um longo período de distanciamento pode levar a evasão escolar e a violência contra crianças e adolescentes. (MODELI E TENENTE, 2020, p.1).

Essas são apenas dois pressupostos para fundamentar a suspensão ou não das aulas, todavia, são diversos fatores que se contrapõem a essas premissas que podem agravar ou não a disseminação do vírus entre a população. Essas divergências não significam que um está errado, mas são diversas pesquisas e entendimento que possibilitam um avanço científico.

Retomando os conceitos de Gleick:

Mas há as revoluções. Uma nova ciência nasce de uma outra, que chegou a um ponto morto. Com frequência, uma revolução tem um caráter interdisciplinar – suas descobertas principais vêm muitas vezes das pessoas que se aventuram fora dos limites normais de suas especialidades (GLEICK, 1991, p. 33).

Assim, a revolução, e estamos vivendo um período revolucionário em todas as áreas das ciências, e na educação vivemos plenamente o resultado da Teoria do Caos, a partir de um sistema que alterou as condições iniciais e levou-nos a repensar a tecnologia educacional e uma infinidade de possíveis variáveis que com certeza alterará o resultado final, de forma positiva ou não.

3.2. As novas posturas educacionais em tempo de pandemia e a Teoria do Caos

14 Disponível em: <https://www.dicio.com.br/caos/>, Acesso em 19 mar. 2021.

Veremos, portanto, uma reação em cadeia se agravando, como causa de pequenas alterações em cada etapa inicial de um evento. Uma iguaria afrodisíaca e o uso de suas escamas para tratamentos milenares, ou, um simples café aromatizado de forma exótica e a saborosa carne de uma espécie pouco conhecida em nosso país, podem ser a razão do mundo estar vivendo uma crise de saúde pública, em sequência, a suspensão das aulas, tratando dos aspectos educacionais, como resultado, o descortinar do atraso tecnológico nas escolas públicas.

O referencial para análise das consequências causadas na educação não pode ser visto apenas pelo prisma de uma única variável. Uma série de sequências e decisões ao longo do percurso adicionado a uma infinidade de variáveis de ordem econômica, política, social e cultural, demarcaram os limites positivos ou não em cada país, estados ou regiões. Com efeito, é analisar cada território as medidas adotadas: o controle da transmissão do Covid-19, o alinhamento entre os governos, o comportamento da sociedade e a cultura de cada nação, sem contar, com a legitimação de informações falsas disseminadas em rede. A teoria do caos expressa nesse contexto é definida por essas e tantas outras variáveis. Não há como determinar o futuro da educação, mas diante da EDO alinhada à Teoria do Caos, apenas supor diante do quadro uma projeção do amanhã.

Importam reter desse sistema caótico grandes mudanças sofridas pela educação. É certo que o sistema educacional e as ações pedagógicas não serão mais as mesmas. Cada etapa da história da educação no Brasil conta com pontos definitivos e essenciais que impulsionaram as mudanças e, nesse contexto pandêmico, estamos vivendo esse instante de transformação pedagógica.

Observam-se os seguintes dados:

Casos de coronavírus no Brasil em 20 de março: Secretarias estaduais de saúde contabilizam 977 infectados em 24 estados e no DF. O último balanço oficial do Ministério da Saúde aponta 904. Estados do Amapá, de Rondônia e do Mato Grosso registram os primeiros casos. Já são 11 mortos no Brasil, 09 no estado de SP. (G1, 2020, p.1).

Um ano após, temos:

Brasil registra 2.331 mortes e 72 mil novos casos de Covid nas últimas 24 horas: País contabilizou 11.949.335 casos e 292.856 óbitos por Covid-19 desde o início da pandemia, segundo balanço do consórcio de veículos de imprensa. Média móvel de mortes bateu novo recorde neste sábado (20) (G1, 2021, p.1).

O aumento exponencial dos dados mostra-nos que as ações adotadas pelos governos, o não cumprimento das medidas de enfrentamento e dos protocolos de combate ao Covid-19 que instaurou a crise na saúde pública, são detalhes alterados nas condições iniciais de cada etapa e supostamente modificaram o percurso e o agravamento da pandemia no Brasil.

Ao tratar de linearidade e não-linearidade de uma equação, o sistema educacional e a aquisição de conhecimento não pode obedecer a um critério linear, o homem sofre modificações, é influenciado e influencia outros e, por fim, evolui. Nota-se nesse trecho:

Devemos construir novos modelos do espaço dos conhecimentos. No lugar de uma representação em escalas lineares e paralelas, em pirâmides estruturadas em “níveis”, organizadas pela noção de pré-requisitos e convergindo para saberes “superiores”, a partir de agora devemos preferir a imagem de espaços de conhecimentos emergentes, abertos, contínuos, em fluxo, não lineares, se reorganizando de acordo com os objetivos ou os contextos, nos quais cada um ocupa uma posição singular e evolutiva (LÉVY, 1999, p. 159).

A concepção apresentada por Pierre Lévy, filósofo, sociólogo e pesquisador da ciência da comunicação e informação, há mais de duas décadas, tratava da não linearidade do conhecimento diante da evolução tecnológica. Um exemplo do avanço em termos científicos está na aprovação de uma vacina desde a identificação do agente causador da doença até a validação, temos: a Tuberculose levou de 1882 até 1927; a Febre Tifóide de 1884 até 2017, no entanto, a Covid-19 de 2019 há 2020, Costa e Tombesi (2020), o menor tempo entre a identificação e a aprovação.

Lévy se opõe a linearidade do conhecimento na sociedade influenciada pelo uso de computadores para comunicação e informação, entretenimento, ou nos negócios, como o próprio autor denomina de “conhecimentos emergentes”, processo de desenvolvimento acelerado, para isso, determina que um dos passos primordial seja uma nova pedagogia, para favorecer “ao mesmo tempo as aprendizagens personalizadas e a aprendizagem coletiva em rede” (p. 159). O autor pondera sobre o papel do professor não como fornecedor direto do conhecimento, mas como incentivador na busca por conhecimentos.

Porém, o termo “aprendizagens personalizadas”:

o termo *personalização* como possibilidade de promover experiências de aprendizagens que atendam, mais proximamente, às necessidades particulares do aprendiz: seja em relação ao tempo de amadurecimento sobre o conhecimento em questão, seja em relação às maneiras de aprender, seja tratando, até, de que *o que* aprender. (GANZELA, 2018, p. 45).

Há um tempo entre a publicação de Lévy e de Ganzela de aproximadamente duas décadas, no entanto, temos a mesma linha de pensamento. E diante das variáveis que nos colocou na realidade do ensino remoto no Brasil vivemos neste universo de aprendizes, o amadurecimento forçado do ensino remoto para a contenção do vírus e assegurar a saúde dos alunos, professores e demais profissionais da educação e, a reavaliação de conteúdos curriculares na intenção de selecionar *o que aprender*, ou melhor, o que realmente é essencial para a construção do conhecimento do aluno. Apenas após o agravamento da crise causada pelo vírus começou a questionar quais os conteúdos que os alunos precisam debater nas aulas e quais os alunos conseguem motivados pelo professor a buscar na rede.

As pesquisas e discussões sobre a evolução do conhecimento e, conseqüentemente, na educação e seus impactos tecnológicos em toda a sociedade, estavam sendo debatidos há mais de duas décadas e, a partir do momento da pandemia e a suspensão das aulas, efetivou-se essa mudança nos paradigmas educacionais, de forma brusca e sobre pressão. Da mesma forma, quebra-se a compreensão da linearidade para todos, mas a não linearidade e as variáveis existentes em cada indivíduo que o torna único.

Impulsionado pelas mudanças na estrutura das aulas, do presencial para o remoto, pensar em um currículo é imprescindível. Segundo Morgado, Sousa e Pacheco (2020), discorre sobre a importância de pensar em um currículo neste período de isolamento numa dimensão social, uma vez que o currículo nasce a partir das necessidades da comunidade e suas aspirações. Para os autores o cuidado está nas transformações sociais de forma interativa e enfraquecendo as interações entre as pessoas causadas pela informatização curricular para não se desconectar com a vida e estabelecer uma educação socioemocional, caso contrário podemos viver como os autores chamam de zoomismo.

Outra variável é a participação dos pais no desenvolvimento das atividades remotas dos

filhos. No espaço doméstico onde a escola foi estruturada no ensino remoto a função dos pais é essencial, porém, há necessidade de um apoio para realizar tal atividade de acompanhamento e, em muitos casos, nem todos apoiam ou pode apoiar e acompanhar o desenvolvimento dos filhos, é primordial, Pacheco (2020), ainda a diversidade econômica e cultural diante das diferenças que há no Brasil é significativo que se pensem em políticas públicas para que, segundo Pacheco, as tecnologias digitais e o acesso seja um dos eixos prioritários na agenda pública.

São mudanças necessárias e atenção redobrada nas questões sociais, podemos observar que o estabelecimento do caos, segundo a Física é um sistema sem estabilidade e dinâmico que se altera no tempo a cada pequena alteração das suas condições iniciais¹⁵, foi nesse cenário que as escolas, principalmente as escolas públicas, foram surpreendidas pela suspensão das aulas em março de 2020. A noção de mudança criou um desconforto e, porque não dizer, uma paralisação dos profissionais de educação diante do “novo normal”¹⁶.

Estacionamos um minuto no termo “novo normal”. Esse conceito não significa uma mudança na pedagogia educacional, mas como forma de sobrevivência, ou seja, como termo muito usado em jogos, acionamos o nosso “modo sobrevivência” e, essa concepção traz em si certo perigo quando o outro passa a ser uma ameaça a nossa sobrevivência. É o que Estevez (2020), define como uma situação de controle social e a limitação e compressão do espaço-tempo através da tecnologia, para Harvey apud Estevez (2020), através de um espaço que se move virtualmente.

Resgatar a série mundialmente famosa *The Walking Dead*. Nas primeiras temporadas o problema estava em sobreviver dos ataques Zumbis e conseguir descobrir um lugar seguro, no entanto, com a evolução da trama o grande obstáculo atual está em sobreviver das facções que surgem ao longo da temporada, os zumbis, passam a ser coadjuvantes no enredo, a limitação do espaço e as novas estruturas sociais definem o papel de cada indivíduos e seus pares em uma situação de caos, não diferente da educação e dos limites impostos pelo Covid-19 e pelas ações públicas.

Retomando as questões educacionais, principalmente na educação pública, é o descompasso com as tecnologias atuais. Em muitas escolas o quadro de giz e o livro didático continuam sendo as principais ferramentas de ensino. O aluno vivencia a realidade do mundo na escola por meio de ilustrações, abstrações e exposições, para posteriormente, devolvê-las em provas e testes. O termo “novo normal” está sendo utilizado no sentido de uma nova postura do professor e do aluno diante da nova realidade.

(...) um descompasso das escolas, uma vez que difundem a inovação, porém não abandonaram práticas de memorização de fatos e fenômenos em detrimento do desenvolvimento de habilidades necessárias para viver o hoje e o amanhã. Uma questão recorrente – o tensionamento entre o processo ensino-aprendizagem e o papel/espaço dos recursos tecnológicos na educação - emerge de forma ríspida e impactante. O professor necessitou, “para ontem”, dominar, investir, apoiar e utilizar-se das ferramentas tecnológicas no modelo de aula remota. O progresso tecnológico, mesmo que visto como irreversível, ainda era ponderado a uma das possibilidades de estímulo ao aprendizado (ANTUNES NETO, 2020, p. 33).

15 Disponível em: <https://www.dicio.com.br/caos/>.

16 Novo normal, segundo Maria Aparecida Rhein Schirato é a proposta de um novo padrão social que possa garantir a nossa sobrevivência. Para saber mais acesse: <https://www.insper.edu.br/noticias/novo-normal-conceito/>.

Adequar-se a esse “novo normal” não foi uma escolha, mas uma imposição causada por esse sistema instável e dependente das infinitas variáveis. Supomos que as aulas remotas não serão uma prática recorrente, os alunos, novamente, supõem, que retornarão às salas de aulas, no entanto, esse retorno não poderá acontecer de forma a esquecer o avanço tecnológico que experimentamos ou mesmo deletar as plataformas de estudos e a conexão com os alunos de forma online. Mas avançar em um novo projeto educacional. Por outro lado, não pode ser usado esse processo remoto como substituição do ensino presencial.

Da mesma forma que a Teoria do Caos e suas variáveis formaram uma nova concepção de ciência, menos confiante no determinismo, porém, atenta às variações dos fenômenos que são regidos por equações não lineares, segundo Ferrari, Angotti e Tragtenberg (2009), a educação vive essa nova concepção do papel tecnológico na formação dos alunos, não importa que foi discutida há décadas, mas as circunstâncias causadas pelo caos impuseram uma busca e a adaptação a esse novo cenário.

Vivemos tempos disruptivos, ou seja, uma nova onda educacional que desestabilizou um padrão que imperava em muitas instituições de ensino. Para isso, o professor, o aluno e os pais precisaram absorver às pressas um novo modelo, equipar suas casas e, entender o uso das tecnologias não apenas como entretenimento, mas como educação.

O resultado desse conjunto de variáveis nos mostra o quanto a educação e as relações sociais mudam e são readaptadas de acordo com a realidade. A estagnação política frente às mudanças é o cenário de uma educação deixada para segundo plano, para isso, é decisivo pensar nas ações a serem implantadas e definidas nas agendas públicas, lembrando que a situação educativa que vivemos é sensível às mudanças e uma simples decisão que afete as condições iniciais pode mudar todo o resultado final, ou seja, quanto mais preocupa-se com as infinitas variáveis e procure alinhar as situações reais, mais a previsão pode ser positivas.

4 Considerações finais

Procurou-se consolidar questões envolvendo a Física, a Matemática e algumas mudanças no cenário educativo diante da disseminação do vírus causados pelo Covid-19 e os protocolos de segurança. A preocupação foi criar um panorama das variáveis (algumas, uma vez que são infinitas possibilidades), que tornam todos os aspectos da vida humana como algo não linear, sensíveis às decisões medidas adotadas pelo homem ou de fenômenos naturais imprevisíveis.

No entanto, diante do caos instaurado por certas ações humanas levou-nos a adequar e avançar tecnologicamente para assegurar nossa sobrevivência e, posteriormente, algumas medidas foram tomadas para evitar o aumento exponencial do vírus, porém, um ponto importante nos fez refletir sobre as nossas ações e toda a organização governamental, principalmente quando vivemos em um mundo globalizados e capitalista.

Os desdobramentos do início da pandemia, o agravamento do contágio e a suspensão das aulas são pontos importantes para questionarmos as nossas ações diante do meio ambiente e discutirmos o processo educativo não apenas no contexto do afastamento social, mas como será a postura do professor, da família, da escola e das ações públicas pós pandemia.

Pode-se dizer que a Teoria do Caos não se limitou apenas nas tomadas de decisões no princípio da pandemia, ainda estamos deliberando uma série de ações educativas e uma pequena

alteração imprudente pode causar resultados catastróficos. No início da construção deste artigo o país contabilizava 292.856 óbitos por Covid-19, na conclusão deste temos a faixa de 341 mil mortes, um aumento exponencial de vítimas e até o momento que os possíveis leitores forem seduzidos por esta leitura poderemos ter um número ainda maior.

A solução não é algo mágico, mas pensado, estruturado, organizado e com atitudes responsáveis diante da pandemia. O problema não é abrir ou não as escolas, mas como será a retomada, como vamos melhorar o atendimento aos alunos no período de afastamento social, como reelaborar o currículo para atender os estudantes que sofrem com o isolamento e as famílias que nem sempre possuem capacidade para ajudar os filhos no desenvolvimento das atividades.

O número de variáveis é infinitas. Cabe pensar como tratar cada situação em seu espaço de discussão e entender a sensibilidade do momento. O certo é que não se trata de uma invenção, ninguém está querendo inventar a roda, mas perceber a responsabilidade de cada um dentro de sua esfera de competência.

Caso contrário, os números vão aumentando exponencialmente e podemos não ter muito o que viver amanhã.

Referências

- ANTUNES NETO, Joaquim M. F. **Sobre o ensino, aprendizagem e a sociedade da tecnologia**: Por que se refletir em tempo de pandemia? 2020. Acesso em 19 mar. 2021.
- COSTA, Camilla. TOMBESI, Cecília. **Gráfico mostra tempo que humanidade levou para criar vacinas e recorde para covid-19**: Levou apenas 10 meses para a Pfizer e BioNTech desenvolverem a vacina contra a covid-19. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2020/12/4894660-grafico-mostra-tempo-que-humanidade-levou-para-criar-vacinas-e-recorde-para-covid-19.html>. Acesso em 19 mar. 2021.
- ESTEVES, Pedro José. **Coronavírus: um velho conhecido do morcego e do homem**. Set. 2020. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/pdf/2020/038/>. Acesso em 19 mar. 2021.
- ESTEVEZ, Adriana. **El zoomismo y el disciplinamiento para la inmovilidad productiva**. 2020. Disponível em: <https://medioambiente.nexos.com.mx/el-zoomismo-y-el-disciplinamiento-para-la-inmovilidad-productiva/>. Acesso em 19 mar. 2021.
- G1. **Restaurantes da china voltam a servir civeta, animal que transmitiu SARS. 2007**. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,,AA1456653-5602,00-RESTAURANTES+DA+CHINA+VOLTAM+A+SERVIR+CIVETA+ANIMAL+QUE+TRANSMITIU+SARS.html>. Acesso em 19 mar. 2021.
- GAZELA, Marcelo. **O leitor como protagonista**: reflexões sobre metodologias ativas nas aulas de literatura. In: Bacich, Lilian. MORAN, José. (Orgs.) **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre: Pneso, 2018.
- GLEICK, James. **Caos**: A criação de uma nova ciência. Tradução: Waltensir Dutra. 4 ed. Rio de Janeiro: Dutra, 1991.
- LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Editora34 Ltda. 1999, Disponível em: <https://>

mundonativodigital.files.wordpress.com/2016/03/cibercultura-pierre-levy.pdf. Acesso em 19 mar. 2021.

LORENZ, Edward N. **Fluxo não periódico determinismo**. 1963. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/atsc/20/2/1520-0469_1963_020_0130_dnf_2_0_co_2.xml?tab_body=pdf; Acesso em 18 mar. 2021.

MODELLI, Laís. TENENTE, Luiza. **Os argumentos científicos de quem é contra, a favor ou está em dúvida sobre retomar aulas no Brasil durante a pandemia**. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2020/08/30/os-argumentos-de-quem-e-contra-a-favor-ou-esta-em-duvida-sobre-retomar-aulas-no-brasil-durante-a-pandemia.ghtml>. Acesso em 19 mar. 2021.

MORGADO, José Carlos. SOUSA, Joana. PACHECO, José Augusto. Transformações educativas em tempos de pandemia: do confinamento social ao isolamento curricular. Disponível em: http://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/65846/1/MorgadoSousa%26Pacheco_2020_Transforma%c3%a7%c3%b5esEmTemposPandemia.pdf. Acesso em 19 mar. 2021.

PACHECO, José Augusto. **Uma outra escola?** 2020. Disponível em: <https://www.publico.pt/2020/04/07/impar/opiniaio/escola-1911167>. Acesso em 19 mar. 2021.

PROTEÇÃO animal mundial. **Conheça o mamífero asiático explorado para produzir café mais caro do mundo**. 2016. Disponível em: <https://www.worldanimalprotection.org.br/not%C3%ADcia/conheca-o-mamifero-asiatico-explorado-para-produzir-cafe-mais-car-do-mundo>. Acesso em 19 mar. 2021.

SANTANA, Ian Lima. SANTOS, Ramon Alves dos. TAKIYA, Carlos. Física de partículas e o modelo padrão: uma abordagem descritiva. *In*: OLIVEIRA, Guilherme Antônio Lopes de. (Org.). **Pesquisa e sociedade: os desafios e as contribuições da ciência**. Campo Grande: Editora Inovar, 2020. P. 72-82.

SOARES, Marcelo Reicher. **Matemática e complexidade**; Disponível em: <file:///C:/Users/Coordena%C3%A7%C3%A3o/Downloads/3413-13997-1-PB.pdf>. Acesso em 18 mar. 2021.

SOUZA, D. KLAFFKE, J. BASSINI, A. **Teoria do Caos**. 2020. Disponível em: <https://www.parquecientec.usp.br/passeio-virtual/matematica/teoria-do-caos>. Acesso em 18 mar. 2021.

VAIANO, Bruno. **Morcegos carregam decenas de vírus, mas são imunes a eles. Por que?** 2020. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/morcegos-carregam-dezenas-de-virus-mas-sao-imunes-a-eles-por-que/>. Acesso em 19 mar. 2021.

FILMOGRAFIA

DARK. Direção: Baran Bo Odar. Produção: Netflix. País de origem: Alemanha, 2017.

EFEITO borboleta. [Filme]. Direção: Eric Bress, J. Mackye Gruber. Produção: Anthony Rhulen, Chris Bender, Ashton Kitcher, J.C. Spinik, A.J. Dix. País de origem: Estados Unidos, 2004.

O JOGO da imitação. [Filme-vídeo]. Produção de Teddy Schwarzman e Graham Moore. Direção de Morten Tyldum. EUA, Grã-Bretanha e Irlanda do Norte: 2014. (114 min.).

THE man int the high castle. Direção: David Semel; Daniel Percival; Ken Olin; Michael Rymer; Bryan Spicer; Nelson McCormick; Brad Anderson; Karyn Kusama; Michael Slovis. Amazon Studios; Scott Free Productions; Electric Shepherd Productions; Headline Pictures; Big Light Productions; Picrow; Reunion Pictures, 2015. On-line (548 min.). Baseado no livro “O homem do castelo alto” de Philip K. Dick.

THE walking dead. Direção: Greg Nicotero et al. Produção: Robert Kirkman et al. EUA: AMC, 2010. (7 Temporadas – 2010 a 2017).

VELOZES e furiosos: desafio em Tóquio. Direção: Justin Lin. Produção: Neal H. Moritz. Produtoras: Relativity Media; Original Film. EUA, 2006.