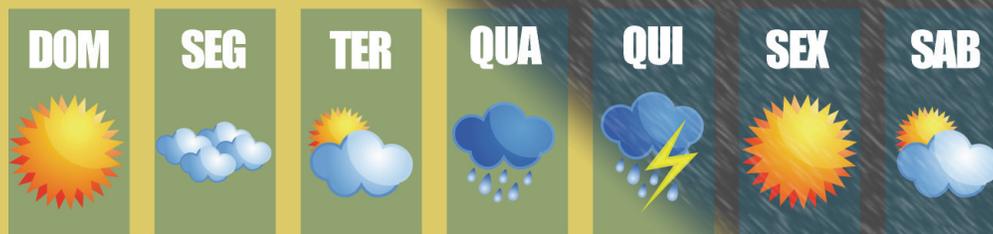


As potencialidades da temática previsão do tempo para o ensino de ciências



.....
Aline Portella Biscaino

Universidade Federal da Fronteira Sul,
Realeza, PR, Brasil

E-mail: aline.biscaino@uffs.edu.br
.....

Introdução

Dariamente, os jornais, páginas da internet e telejornais apresentam a previsão do tempo para hoje e para os próximos dias em diferentes localidades. São dadas informações como possibilidade de chuva, temperatura máxima e mínima e quantidade de precipitação. Para alguns setores como a agricultura e os aeroportos, esses dados são essenciais e influenciam em seu lucro e produtividade. Seja no campo ou na cidade, a previsão do tempo interfere em nossas atividades desde um compromisso que agendamos até a roupa que será utilizada durante o dia.

Para pessoas que moram em áreas de risco, próximas a encostas, na beira de rios e regiões que sofrem com alagamentos, a previsão do tempo é fundamental e representa, muitas vezes, a chance de escapar de uma tragédia

Para pessoas que moram em áreas de risco, próximas a encostas, na beira de rios e em regiões que sofrem com alagamentos, a previsão do tempo também é fundamental e representa, muitas vezes, a chance de escapar de uma tragédia. Um exemplo disso foram os deslizamentos de terra na região serrana do Rio de Janeiro em janeiro de 2011 que, segundo os serviços governamentais, contabilizaram 916 mortes e em torno de 345 desaparecidos. O Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) previu o temporal que atingiu principalmente as cidades de Teresópolis, Petrópolis e Nova Friburgo. Foi emitido um aviso meteorológico especial às 16h23min de terça-feira, dia 11 de janeiro, para as Defesas Cívicas estaduais e municipais. As prefeituras de Nova Friburgo, Teresópolis e Petrópolis receberam os alertas mas declararam que não houve tempo para tomar as medidas necessárias para se evitar a tragédia.¹

No Brasil, vivemos cotidianamente situações diversas de tempo e clima.

Enquanto em regiões do Nordeste brasileiro temos períodos de seca, no Sul acontecem chuvas torrenciais que originam alagamentos e transformam os grandes centros urbanos. Em alguns estados, como Santa Catarina, ocorrem tornados e tempestades que deixam a população em alerta; em localidades do litoral, a chuva

provoca deslizamentos de terra que forçam as pessoas a abandonarem suas casas ou ficarem ilhadas.

Como se não bastasse tudo isso, o Brasil ainda é recordista em número de descargas elétricas. Segundo

o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), cerca de 50 milhões de raios atingem o Brasil todo ano e, entre os anos de 2000 e 2013, 1.672 pessoas perderam a vida atingidas por raios. Durante esse período, o Estado de São Paulo teve 269 casos de morte, Minas Gerais teve 130 casos e Manaus foi a cidade com maior número de vítimas, 20 pessoas.

Diante desse cenário, defende-se a necessidade de discutir no Ensino Fundamental e Médio, nas disciplinas de ciências e de física, os fenômenos climáticos, a previsão do tempo e todos os conceitos envolvidos nessa temática. Mais do que a importância desses temas, neste artigo busca-se trabalhar as possibilidades para tratar de outros assuntos fundamentais dentro do conhecimento científico, como a noção de modelos e a teoria do caos. Entender os fenômenos climáticos e principalmente saber agir diante de situações de risco é essencial para toda população.

O tempo e o clima no Brasil

Com intuito de indicar as possibilidades para o ensino de ciências no que diz respeito à utilização da previsão do tempo

Neste trabalho busca-se discutir as possibilidades que o processo de previsão do tempo, quando trabalhado em sala de aula, apresenta para o ensino de ciências e de física no que diz respeito ao ensino e aprendizagem em tais disciplinas. Para tanto, explora-se o conceito de modelo, evidenciando sua importância na ciência e a necessidade de sua presença no ensino para promover um maior entendimento pelos estudantes da produção do conhecimento científico. Além disso, possibilita a vinculação do conhecimento com a realidade que se busca compreender e descrever. Destaca-se a teoria do caos, tema relacionado à previsão do tempo, como necessária no ensino de ciências uma vez que envolve uma gama diversa de materiais disponíveis à sociedade, que a vê com curiosidade sem, muitas vezes, ter condições suficientes para selecionar as informações mais confiáveis.

como temática a ser estudada, inicialmente faz-se necessário elucidar alguns conceitos fundamentais dentro desse assunto.

A meteorologia é a ciência que estuda a previsão do tempo. Ela observa a atmosfera terrestre e dentro dos seus aspectos mais conhecidos tem-se a previsão do tempo e a climatologia. O tempo pode ser entendido como o estado no qual se encontra a atmosfera em um determinado momento e lugar, enquanto o clima de uma região corresponde ao conjunto de informações estatísticas sobre o tempo de uma determinada região. Assim,

A longo prazo é o clima que determina se uma região é ou não habitável e sua vegetação natural; num prazo mais curto, é o tempo que condiciona a segurança dos meios de transporte, a forma de lazer, a dispersão de poluentes e as atividades da agricultura [1].

As previsões do tempo ocorrem por meio de algumas propriedades que são aferidas diariamente em estações meteorológicas espalhadas por diferentes lugares. Os elementos básicos levados em conta nessas estações são a temperatura do ar, a umidade do ar, a pressão atmosférica, a velocidade e direção

A meteorologia é a ciência que estuda a previsão do tempo. Ela observa a atmosfera terrestre e dentro dos seus aspectos mais conhecidos tem-se a previsão do tempo e a climatologia

dos ventos, o tipo e quantidade de precipitação e o tipo e quantidade de nuvens. Esses dados são coletados em instrumentos como termômetro, barômetro, higrômetro, biruta, pluviômetro, anemômetro e heliógrafo, entre outros que permitem leitura manual (Estação Meteorológica de Observação de Superfície Convencional) ou enviam os dados diretamente para computadores da central da estação meteorológica (Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática). A Fig. 1 mostra a carta sinótica para todo o Brasil para o dia 9 de março de 2016. Com os dados coletados em estações espalhadas por todo o território nacional, são indicadas nessa imagem as zonas de baixa pressão ("B" em vermelho), zonas de alta pressão ("A" em azul) e a frente fria que avança do sul da Argentina, passando pelo sul do Brasil e se dirigindo ao Oceano Atlântico.

Após a coleta desses dados, ocorre a análise do conjunto de informações a partir de modelos que darão origem às previsões com as quais estamos acostuma-

dos. Na Fig. 2, é mostrada a precipitação acumulada nas últimas 24 horas segundo o modelo "Cosmo" para os dias 9 e 10 de março de 2016.

Os modelos são utilizados na ciência como um todo e envolvem uma representação do objeto, a qual se faz necessária porque nós não apreendemos o objeto tal como ele é. Assim, uma teoria científica não está diretamente associada ao objeto real, mas à representação desse objeto. Segundo o pensamento de Mário Bunge,

A força da teorização está justamente na capacidade das teorias gerais, que a princípio não dizem respeito a nenhuma parte do mundo, de, ao serem enxertadas por estes objetos conceituais, produzirem representações da realidade, isto é, modelos teóricos [4].

É dessa forma que as teorias da ciência e, mais especificamente, da física atuam para que a previsão do tempo seja possível. Ao reconhecer a importância desse processo na economia, na sociedade e a presença dessa temática no cotidiano dos estudantes, ressalta-se a relevância de tratar tal assunto nas salas de aula. Além de conceitos físicos, a previsibilidade do tempo envolve geografia, química, meio ambiente e matemática, possibilitando um ensino interdisciplinar e apropriação de um conhecimento diretamente relacionado ao dia a dia dos estudantes.

Vejamos na sequência algumas das possibilidades de introduzir ou aprofundar o estudo da previsão do tempo nas disciplinas de ciências e física.

A noção de modelo no ensino de ciências

Para tratar do conceito de modelo e rever seu papel na ciência e no ensino de ciências, faz-se importante revisitar o pensamento de Mário Bunge, físico e filósofo argentino, que defende os modelos como a própria essência do trabalho dos cientistas. Segundo as Refs. [6, 7], existem três elementos dentro do processo de teorização, a saber: a) a teoria geral, b) o objeto-modelo e c) o modelo teórico. O objeto-modelo pode ser

definido como a representação do objeto real para o qual se pretende interpretar ou prever algum acontecimento a partir de uma teoria científica (teoria geral). O modelo teórico é "um sistema hipotético-dedutivo que concerne a um objeto-modelo" [7]. Por fim, a teoria geral pode dizer respeito a toda e qualquer parte da realidade, mas não tem o potencial de, sozinha, resolver um problema. Diante dessa estrutura, os modelos são utilizados para possibilitar a relação entre teorias científicas e os dados coletados a partir da realidade, como ocorre no processo de previsão do tempo e do clima. Mas, no que diz respeito ao ensino, como os modelos podem auxiliar o entendimento da ciência?

Assim como em [4], defende-se que os modelos não são somente relevantes dentro da ciência, mas também no processo de ensino e aprendizagem. Para o autor,

Ao construir modelos exercita-se a capacidade criativa com objetivos que transcendem o próprio universo escolar. A busca de construir não apenas modelos, mas modelos que incrementem nossas formas de construir a realidade acrescenta uma mudança de "qualidade" ao conhecimento científico escolar [4].

De maneira semelhante, advoga-se pela relevância do processo de modelização no ensino de ciências não só para que os alunos tenham uma visão mais aprofun-

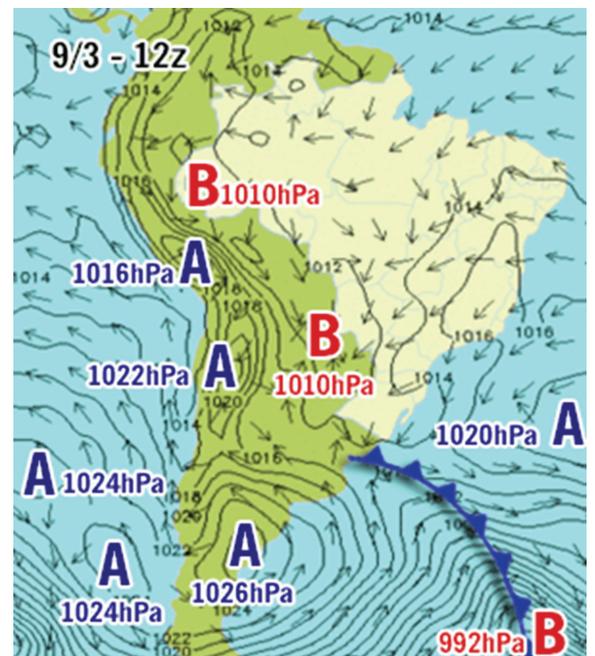


Figura 1: Carta sinótica do dia 9 de março de 2016 [2].

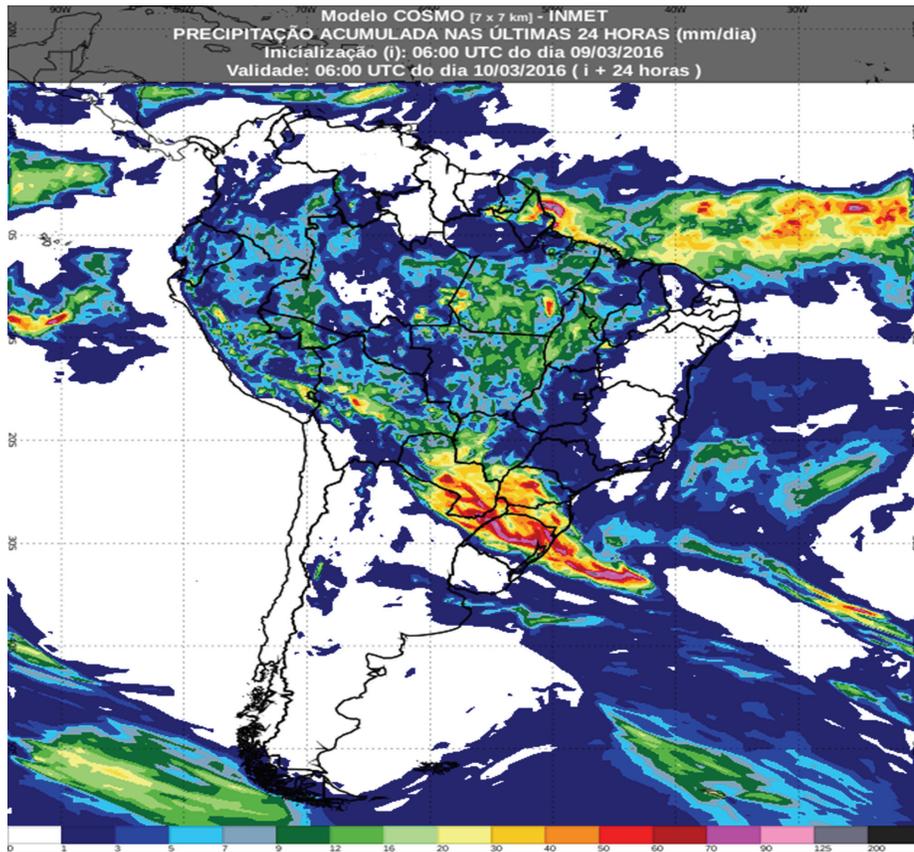


Figura 2: Precipitação acumulada para os dias 9 e 10 de março de 2016 [3].

dada do trabalho científico, mas para que aprendam nesse processo a interpretar e analisar as suas próprias concepções alternativas.² O entendimento do contexto de produção do conhecimento científico deve buscar proporcionar aos estudantes uma compreensão maior do mundo que os cerca e ter uma visão crítica a respeito do conhecimento com o qual pode explicar a realidade [4].

A partir do estudo do processo da previsibilidade dos fenômenos climáticos, acredita-se ser possível trabalhar a concepção que os estudantes possuem acerca da ciência e discutir os limites existentes na representação que temos da realidade. Não se espera enfraquecer a ideia de relevância do conhecimento científico apresentada por muitos estudantes, mas propiciar uma reflexão sobre a relação da ciência com os fenômenos para os quais se busca uma interpretação e a própria maneira como se desenvolvem as teorias científicas. Trabalhar a noção de modelos com os estudantes é mais uma forma de problematizar a visão que a sociedade tem dos

As primeiras indicações de um sistema com comportamento caótico ocorreram quando Lorenz observou que pequenas mudanças ou pequenos erros em um par de variáveis produziam resultados bastante diferentes entre si

cientistas e da relação que o conhecimento estudado na escola tem com o contexto próximo dos estudantes.

É comum, dentro da área de educação, a defesa da contextualização no ensino, porém muitas vezes tem-se o uso de fatos do dia a dia como simples exemplo de onde o conhecimento científico está inserido sem, necessariamente, os estudantes compreenderem a importância de tal conhecimento para suas vidas. Essa forma de contextualização, na qual se utiliza de

exemplos do cotidiano do aluno como forma de motivação da aprendizagem, é descrita pela Ref. [8] como o enfoque didático da contextualização. Do ponto de vista defendido neste artigo, a noção de modelos a partir do estudo da previsão do tempo seria uma maneira de ir além nesse processo de contextualização.

A seguir, trata-se de um tema específico inserido no processo de previsão do tempo e que representa, para muitas pessoas, motivo de curiosidade a julgar pelo número extensivo de páginas na internet que tratam do assunto.

A teoria do caos

A partir de uma busca rápida pela internet, é possível encontrar diversas páginas que se referem não só à teoria do caos, mas a muitos outros temas atuais da ciência sem, no entanto, ter um compromisso formativo com a sociedade. Dessa forma, a incorporação dessas temáticas ao ensino formal é de fundamental importância, de modo a propiciar, mais do que informação, uma capacidade de reflexão crítica sobre tais assuntos.

A teoria do caos vem ganhando grande popularidade devido à literatura de divulgação científica e principalmente por estar envolvida em uma multiplicidade de áreas como a meteorologia, a biologia, a física, a química e a administração. A partir dessa teoria é possível explicar fenômenos climáticos, o crescimento populacional dos insetos e ela ainda ajuda no entendimento de fenômenos organizacionais da sociedade. Algo que ficou bastante conhecido, inclusive no mundo das artes plásticas, são as superfícies fractais, diretamente relacionadas com a teoria do caos [4].

As primeiras indicações de um sistema com comportamento caótico ocorreram quando o meteorologista do M.I.T. Edward Lorenz observou que pequenas mudanças ou pequenos erros em um par de variáveis produziam resultados bastante diferentes entre si. Para um período de dois dias, essas pequenas mudanças mal faziam diferença; mas extrapolando para um mês ou mais, as alterações produziam padrões completamente distintos. O meteorologista chamou esse comportamento de “efeito borboleta”. O caos teria permanecido como mera curiosidade não fosse a descoberta do físico Mitchell Feigenbaum, ainda na década de 1970, de que muitos sistemas não-lineares, aparentemente não relacionados, comportam-se de modos semelhantes.

A teoria do caos surge com Tien-Yen Li e James A. Yorke, em 1975, passando por uma ascensão no que diz respeito à divulgação científica nas décadas de 1980 e 1990. Apesar da intuição expectativa em torno da palavra “caos”, essa teoria descreve um padrão de comportamento em fenômenos bastante complexos [9]. Foi a ideia de uma “desordem ordenada” que fez James Yorke utilizar essa expressão para descrever um padrão de organização por detrás da aparente causalidade.

Juntamente com a teoria do caos, o paradigma da complexidade e a teoria sistêmica compõem a forma como a ciência tem tratado os sistemas complexos.

Desenvolvida no seio das equações determinísticas clássicas (equações diferenciais ordinárias), que supostamente teriam o poder de prever o comportamento de um sistema em qualquer escala de tempo, a teoria do caos vem revelar a existência de sistemas determinísticos, contínuos e discretos, cujo comportamento é imprevisível devido à grande sensibilidade a mudanças nas condições iniciais, após um certo intervalo de tempo [9].

Da mesma maneira que a discussão sobre o papel dos modelos na construção do conhecimento científico, a teoria do caos pode auxiliar na compreensão dos estudantes no diz respeito à relação da ciência com a realidade que busca descrever e entender. Ainda, “a compreensão da sensibilidade às condições iniciais balança a concepção de que fenômenos imprevisíveis são descritos somente por sistemas aleatórios. Os sistemas determinísticos também podem se tornar imprevisíveis” [9].

Por exemplo, o comportamento de sistemas quintessenciais de líquidos fluindo, os quais são propícios a sofrer grandes mudanças de um comportamento estável para um comportamento aparentemente caótico. Isso é observado no modo como a água passa de líquido fixo a líquido em ebulição, à medida que a temperatura é ligeiramente aumentada, por exemplo, de 99,5 °C para 100,5 °C. Segun-

do a Ref. [9], fenômenos como esse, até então considerados aleatórios, foram equacionados deterministicamente a partir da constatação da existência de sistemas determinísticos com comportamento próximo de aleatório.

Do ponto de vista escolar, a abordagem da teoria do caos nas disciplinas de ciências e de física, observando obviamente as características do aprendizado de cada idade, possibilita, além do conhecimento científico específico desse tema, problematizar a concepção de ciência e de sua relação com os fenômenos naturais. Muitos estudantes mantêm a concepção de que a ciência representa uma verdade única, absoluta, na qual não há espaço para sistemas que se comportem fora desse padrão. Dessa forma, as atividades experimentais são vistas com a função de comprovação de teorias.

Considerações finais

Neste trabalho, buscou-se apresentar algumas potencialidades da temática da previsão do tempo para o ensino de ciências e de física. Destacou-se a possibilidade de modificar ou ampliar a concepção de ciência dos estudantes a partir da noção de modelos e de sua utilização no desenvolvimento do conhecimento científico. Levar os estudantes à compreensão da importância dos modelos na ciência e como estes se relacionam com a realidade observada e experimentada propicia um entendimento da ciência como construção coletiva, histórica e que está sujeita a melhorias, rupturas e correções. De maneira semelhante, o estudo da teoria do caos,

fundamental na meteorologia, promove uma percepção crítica a respeito do caráter determinístico da ciência.

A abordagem desses assuntos é facilitada quando o estudante pode associá-los a algo presente no seu cotidiano, como é o processo de previsão do tempo. Além disso, essa temática envolve conceitos de áreas distintas, sendo capaz de promover a interdisciplinaridade que, muitas vezes, os estudantes não são capazes de perceber sozinhos. Por fim, cada etapa que compõe todo o sistema que permite prever o tempo e o clima envolve inúmeros outros conceitos e teorias que não foram destacados nesse texto, mas que fazem parte dos currículos de ciências e de física e que, portanto, podem ser trabalhados também a partir dessa temática.

No intuito de auxiliar o professor da educação básica ou mesmo como fonte de pesquisa para os estudantes, foi construído um sítio³ que reúne algumas das informações destacadas neste artigo. Esse sítio busca, a partir de vídeos, outros artigos e páginas de institutos de pesquisa e órgãos governamentais, dar subsídio para a inserção na temática de previsão do tempo.

Notas

¹Mais detalhes em Folha de São Paulo, 13 de janeiro de 2011.

²Para mais informações consultar: J.I. Pozo e M.A. Gómez Crespo, *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico* (Artmed, Porto Alegre, 2009).

³Página: <http://abiscaino.wixsite.com/previsaodotempo>.

Referências

- [1] A.M. Grimm, *Meteorologia Básica – Notas de Aula*, Disponível em <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/index.html>, acesso em 4/3/2016.
- [2] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, disponível em <http://www.inpe.br/>, acesso em 2/2/2016.
- [3] Instituto Nacional de Meteorologia, disponível em <http://www.inmet.gov.br/>, acesso em 9/3/2016.
- [4] M. Pietrocola, *Investigação em Ensino de Ciências* **4**, 213 (1999).
- [5] T. Wood Jr., *Revista de Administração de Empresas* **33**, 94 (1993).
- [6] M. Bunge, *Filosofia da Física* (Edições 70, Lisboa, 1973).
- [7] M. Bunge, *Teoria e Realidade* (Editora Perspectiva, 1974).
- [8] E.C. Ricardo, in: *Ensino de Física*, editado por A.M.P. Carvalho e cols. (Cengage Learning, São Paulo, 2010).
- [9] P.C. Ferrari, *Temas Contemporâneos na Formação Docente a Distância: Uma Introdução à Teoria do Caos*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.