

A TESOURA DO VENTO E AS POSSIBILIDADES DE ENSINO DE CIÊNCIAS *The Windshear and The Possibilities of Science Teaching*

Lúcio Ângelo Vidal (lucio.vidal@ifmt.edu.br)

Rua Professora Zulmira Canavarros, nº 95 – CEP: 78005-200, Centro, Cuiabá –MT
IFMT Campus Cuiabá

Andreia da Silva Tavares (andreia.physical@gmail.com)

Recebido em: 05/02/2023

Aceito em: 25/07/2023

Resumo

O objetivo deste artigo é relatar uma experiência de ensino sobre tesoura do vento realizada com vinte e seis estudantes de Engenharia para indagá-los sobre quais conceitos de Física o fenômeno envolve e se há mais alguma disciplina que pode explicá-lo. Foi ministrada uma aula em perspectiva interdisciplinar abordando vários aspectos do tema. Como parte dos resultados, os alunos mencionaram com maiores frequências que os conceitos de pressão, temperatura, velocidade, densidade e força que envolve a tesoura do vento são relativos à Física e mencionaram em ordem decrescente as disciplinas de Geografia, Matemática, História, Química e Inglês como outras disciplinas que têm relação também com o tema. Julga-se aqui importante dizer que são necessárias mais experiências em ensino de fenômenos meteorológicos em sala de aula pelo fato de acontecimentos desta natureza serem explicados por uma gama geralmente vasta de conhecimentos científicos.

Palavras-Chave: cortante do vento, interdisciplinaridade e ensino de ciências.

Abstract

The objective of this article is to report a teaching experience about windshear carried out with twenty-six engineering students to ask them about which physics concepts the phenomenon involves and if there is any other discipline that can explain it. A class was taught from an interdisciplinary perspective, addressing various aspects of the subject. As part of the results, students mentioned more frequently that the concepts of pressure, temperature, velocity, density and force involving wind shear are related to Physics and mentioned in descending order the disciplines of Geography, Mathematics, History, Chemistry and English as other disciplines that are also related to the theme. It is considered important here to say that more experiences are needed in teaching meteorological phenomena in the classroom because events of this nature are explained by a generally wide range of scientific knowledge.

Keywords: windshear, interdisciplinarity and science teaching.

Introdução

Há muito tempo que quando se fala em ensino, diz-se que este tem que ser cada vez mais integrado, isto é, deve ter articulação com as mais diversas áreas do saber científico atualmente consolidadas.

Levando-se em conta também o fato de que a Meteorologia ultimamente está sendo muito abordada na mídia, supõe-se que seja bastante relevante para todo e qualquer cidadão o aprendizado relacionado a fenômenos meteorológicos ainda que para compreendê-los seja necessário recorrer às mais diversas áreas de conhecimento.

Entre as tantas possibilidades envolvendo o ensino de meteorologia, podem-se citar Almeida (2017) com a aprendizagem baseada em projetos para o ensino desta ciência para estudantes do ensino fundamental; o trabalho de Vidal, Cintra e Tavares (2019) que propõem apresentar a interdisciplinaridade aos Ensino Médio a partir de conhecimentos gerais sobre Meteorologia; Bonfim (2022), por sua vez, motiva alunos do ensino fundamental II a construir instrumentos meteorológicos visando à compreensão de fenômenos meteorológicos e finalmente Araújo (2014) propôs para alunos da rede pública oficinas em dois dias para fazer interagir conhecimentos químicos e meteorológicos.

Da mesma maneira que existem estes trabalhos de caráter mais gerais no ensino de Meteorologia, é necessário que existam de forma mais específica também experiências em ensino que expliquem de forma interdisciplinar a formação de fenômenos meteorológicos, tais como trovoadas, rajadas de vento, formação de frentes frias, chuvas e nevoeiros.

Se ainda for levado em consideração que é muito comum atualmente os deslocamentos de avião por parte das pessoas para os mais diversos fins e que os alunos de Engenharia tenham que cursar a disciplina Projeto Integrador integrante da Proposta Pedagógica de Curso, julga-se de fundamental importância um estudo ou até mesmo uma aula sobre um fenômeno muito perigoso para a aviação denominado tesoura do vento em uma perspectiva interdisciplinar inclusive com uma coleta de dados a respeito do evento em questão na cidade em que os alunos residem.

Dessa maneira, os objetivos deste artigo foram: 1. Transmitir alguns conhecimentos de cortante do vento; 2. Identificar os conceitos de Física que os alunos do terceiro período do curso já traziam de outros semestres e que tinham correlação com a tesoura do vento; 3. Testar a percepção do aluno do quanto o tema é interdisciplinar; 4. Incentivar a busca de informações meteorológicas em *sites* especializados para caracterizar de forma temporal e local o fenômeno em destaque utilizando como exemplo a cidade de Cuiabá.

Fundamentação Teórica

Nesta seção, abordam-se três aspectos: a interdisciplinaridade, os conhecimentos teóricos sobre tesoura do vento e uma estatística da ocorrência deste fenômeno na cidade de Cuiabá entre 2010 e 2019 elaboradas pelo autor do artigo a partir de mensagens meteorológicas obtidas no site da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET).

A Interdisciplinaridade

Segundo Gusdorf (1977), a interdisciplinaridade existe desde os *sofistas* gregos com o programa de ensino “*enkuklios paideia*”, que nada mais era que um ensinamento circular que abrangia todas as disciplinas do conhecimento científico consolidado da época.

O empenho em unificar o conhecimento esteve presente também no Iluminismo durante o século XVIII na França. Nesta época, a enciclopédia, sob a direção de Diderot e d’Alembert, foi concebida como paradigma de defesa da unidade do saber e como expressão de uma nova ação intelectual que suprimiu o poder da Igreja Cristã no campo educacional (SANTOMÉ, 1998).

De acordo com Minayo (1994, p.3), o século XIX foi caracterizado por tantas expansões da atividade científica que foi necessário criar a figura dos especialistas e tal fato acarretou necessariamente uma divisão dos saberes. Assim sendo, o positivismo tornou-se preponderante no conhecimento e as disciplinas se afirmaram no isolacionismo de suas problemáticas e de seus métodos (MINAYO, 1994, p.3).

O progresso do academicismo ocorreu, portanto, principalmente a partir do século anterior, visando uma especialização cada vez maior e que ocasionou uma inexistência de comunicação entre as disciplinas (RAYNAUT, 2004, pg 25). Segundo Raynaut (2004), enquanto houve um processo de busca pela especialização, o avanço dos saberes direcionava para a supressão das fronteiras disciplinares seja pelo nascimento de outras cátedras para analisar situações que surgiram seja no sentido de refletir de uma forma holística sobre a complexidade de certos sistemas.

No nosso país, as investigações de vanguarda no tocante à interdisciplinaridade foram desenvolvidas por Japiassu (1976). Na concepção dele, a atitude interdisciplinar aparece por meio de permuta grande de saberes entre vários especialistas e pelo teor de conexão estabelecido entre as cátedras dentro de um mesmo projeto. Fazenda (1996, p.14), por seu turno, afirma que se sentir interdisciplinar é o passo inicial rumo a uma construção e a uma mentalidade interdisciplinar.

Uma das tantas críticas ao mecanismo de realização do saber correto vivenciado atualmente origina-se de sua compartimentalização, pois isso necessariamente diminui a compreensão do que está no domínio das ciências da vida, da natureza e também da sociedade (FLORIANI, 2000).

Na visão de Favarão e Araújo (2004), a interdisciplinaridade nas universidades pleiteia enormes alterações na existência no interior das academias, abrindo espaços

efetivos para os movimentos de ciência, pesquisa e extensão. Essas mudanças são concernentes aos currículos que devem ter formação integrada e que sejam experimentados na prática (FAVARÃO; ARAÚJO, 2004).

Finalmente, cabe salientar que um aspecto que apresenta a interdisciplinaridade como desafio são as restrições das pessoas na ocasião em que erigem o conhecimento de uma verdade pelo atributo histórico desta realidade e por sua complexidade. Assim sendo, produzir conhecimento é parte integrante das lutas que emanam das relações entre os indivíduos, ressaltando que na divisão do trabalho do modo de produção capitalista se legitimam a alienação e a exclusão (FRIGOTTO, 1995).

A tesoura do vento

A tesoura do vento é definida como alterações de intensidade e velocidade do vento, propiciando instabilidade atmosférica em baixas altitudes em um curto intervalo de tempo segundo a Federal Aviation Administration (FAA, 1988). Ela pode ser resultante de condições meteorológicas tais como inversão da temperatura, brisas marítimas, ondas orográficas, sistemas frontais, entretanto, é mais associada à presença de nuvens cúmulo-nimbos (CB), que geram intensas tempestades convectivas (DECEA, 2013).

São considerados termos sinônimos de tesoura do vento os conceitos de cortante do vento, gradiente do vento ou cisalhamento do vento.

Segundo Ferreira (2006), quando uma intensa trovoadá está em progresso, uma quantia de ar resfriado é equilibrada no espaço por intensos fluxos ascendentes que ao atingir o ponto mais alto da trovoadá, este ar resfriado realiza um movimento de queda à superfície da Terra, podendo chegar com uma enorme intensidade em uma certa área e prejudicar a aviação em algumas situações.

Vários fenômenos da meteorologia envolvem a navegação aérea e provocam dificuldades frequentes aos pilotos no tocante a evitar as interações da natureza, sobretudo aquelas oriundas de tempestades e que podem provocar o cisalhamento do vento (RIBEIRO et al, 2020).

Segundo o Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo de 2016 do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), o Aeroporto de Guarulhos em São Paulo é o que tem maior registro de cortantes de vento no país de acordo com o levantamento histórico realizado entre 1999 e 2013 (REDEMET, 2013) entre tantas razões para tal fato podem estar o maior número de decolagens e o relevo no entorno.

A classificação do cisalhamento do vento se divide em quatro categorias: leve (0 a 4 nós para cada 100 pés), moderada (5 a 8 nós para cada 100 pés), forte (9 a 12 nós para cada 100 pés) e extrema (acima de 12 nós para cada 100 pés) (BRASIL, 2016). Cada nó é equivalente a aproximadamente 1,8km/h.

A tesoura do vento acontece tanto em altas altitudes como em baixas altitudes e nas direções vertical e horizontal. Os 4 tipos mais comuns em baixas altitudes são provenientes de ação de frentes, temporais, inversões de temperatura com a altitude e obstáculos em superfície conforme a FAA (2008).

Alguns fatores que causam o fenômeno segundo Brasil (2016) são as trovoadas, existência da nuvem de trovoada, frentes, correntes de jato em baixos níveis de altitude, ventos fortes à superfície, brisas, ondas de montanha, linhas de instabilidade e grandes inversões de temperatura com a altitude.

Outro fenômeno interessante causal também interessante são os *microbursts* que nada mais são conforme König e Krause (1992), um jato de ar de pequeno raio que desce com grande velocidade e espalha-se na superfície radialmente na horizontal.

Entre os anos de 1943 e 2009 aconteceram 70 acidentes aeronáuticos na aviação mundial com 1573 mortes devido à cortante do vento (SIMÃO, 2013).

Apesar de ocasionar acidentes desde o início da navegação aérea, foi a partir do áudio da caixa preta do Eastern Airlines 66 que caiu próximo à pista do Aeroporto de Nova York em 1975, que se detectou de maneira pioneira a existência de tesouras de vento como acarretadora de acidente na aviação (SIMÃO, 2013).

Segundo Silva *et al* (2016) nos primeiros 500 metros de altura em relação ao solo, eventos atmosféricos transitórios à baixa altitude têm grande impacto na segurança das aeronaves porque elas estão a baixas velocidades e com manobrabilidade comprometida.

Estatística da Tesoura do Vento na cidade de Cuiabá

A caracterização estatística aqui apresentada baseia-se tão somente no horário e nos meses de ocorrência do fenômeno uma vez que é impossível fazer inferências à intensidade da cortante do vento por meio do código METAR.

Como exemplo de aplicação prática dos conhecimentos referentes ao cisalhamento do vento, é possível pesquisar a ocorrência de tesoura do vento em uma cidade qualquer do Brasil e construir uma estatística. Para isso, é apenas necessário acessar, de forma gratuita, o código METAR (informação meteorológica regular horária) pela *internet* na Rede de Meteorologia da Aeronáutica especificando o designador telegráfico e o período de tempo desejado.

A exibição do registro da *windshear* no referido código é designado pela abreviatura no final da mensagem WS. No caso da cidade de Cuiabá, esta abreviatura é acompanhada da sigla R17 ou R35 caso o fenômeno ocorra respectivamente nas cabeceiras 17 ou 35 do aeródromo. Caso a cortante do vento ocorra em ambas as pistas, aparece no final do METAR a abreviatura WS ALL RWY (cortante em todas as pistas).

Na cidade de Cuiabá, as 43 ocorrências de cortantes de vento se distribuíram em termos de quantidade entre os anos de 2010 e 2019 por meses de acordo com a tabela 1:

Tabela 1 – Ocorrência de Tesoura do Vento por meses entre 2010 e 2019

Mês	Quantidade
Janeiro	5
Fevereiro	1
Março	6
Abril	6
Mai	0
Junho	0
Julho	0
Agosto	1
Setembro	5
Outubro	7
Novembro	7
Dezembro	5

Fonte: Dados coletados do METAR pelo autor na REDEMET.

Percebe-se pelo exposto na tabela 1 que os meses em que ocorrem maior quantidade de cortantes de vento tendem a ser os meses úmidos (outubro, novembro, dezembro, janeiro e março), o mês de transição entre a estação úmida e seca (abril) e o mês de transição entre a estação seca e úmida (setembro).

Ainda referente à cidade de Cuiabá, as 43 cortantes de vento se distribuíram em termos de horário de ocorrências entre 2010 e 2019 por meses segundo a tabela 2:

Tabela 2 – Ocorrência de Tesoura do Vento por horários do dia entre 2010 e 2019

Horário Local	Quantidade de Ocorrências
2h	1
9h	2
10h	2
12h	5
14h	2
15h	12
16h	9
17h	1
18h	6
19h	2
21h	1

Fonte: Dados coletados do METAR pelo autor na REDEMET.

Na tabela 2, observa-se que a maior ocorrência de gradiente do vento ocorre no horário das 15h totalizando 12 acontecimentos. São muito frequentes também as ocorrências no horário das 16h (9 acontecimentos), 18h (6 acontecimentos) e 12 (5 acontecimentos). Analisando o total de ocorrências do fenômeno entre as 12h e 16h local (26), conclui-se que cerca de 65% delas estão neste período do dia. Tal fato concorda aproximadamente com o que Cabral e Farias (1991) identificaram para Guarulhos (SP) entre 1988 e 1990, isto é, 60% entre as 12h e 17h local.

Tal fato sugere que o fenômeno meteorológico é mais comum em horários da tarde devido à maior agitação do ar atmosférico nesta parte do dia em dias em que não há

perturbações atmosféricas. Quanto à ocorrência dos demais acontecimentos fora dos horários mencionados, deve-se muito provavelmente a frentes frias ou zonas de convergência do atlântico sul.

Cabe ressaltar que o horário das mensagens meteorológicas do código METAR correspondem ao tempo coordenado universal (UTC) associado ao meridiano de Greenwich. Portanto, foram subtraídas quatro horas do código para obter o horário da cidade de Cuiabá.

Materiais e Métodos

A experiência em ensino aqui relatada ocorreu no primeiro dia de aula da disciplina de Física Geral 3 do segundo semestre letivo do ano de 2022 em uma Instituição de Ensino Superior pública da cidade de Cuiabá e foi realizada com vinte e seis estudantes de Engenharia.

Cabe ressaltar que os participantes da pesquisa foram esclarecidos sobre a investigação, bem como seus riscos e benefícios para que a vontade de participar fosse de fato livre e consciente.

Embora a tesoura do vento intuitivamente envolva vários conceitos de Física Geral 2, foi decidido ministrar a aula para alunos de Física Geral 3 em seu primeiro dia de aula pelo fato de no primeiro dia o que se faz comumente é apenas apresentar a disciplina. Assim, ao invés de apenas apresentar a disciplina atual, objetivava-se também revisar conceitos vistos no semestre anterior e relacioná-los com o que estava sendo apresentado no momento.

A explanação do tema foi realizada em aproximadamente uma hora de aula por meio de apresentação de *slides* projetados por um *datashow*. Os saberes apresentados foram os aspectos esclarecidos nas seções *a tesoura do vento* e *estatística da tesoura do vento na cidade de Cuiabá* da fundamentação teórica deste artigo.

Dessa forma entre os aspectos lecionados de tesoura do vento na aula, podem ser citados o conceito, os fatores que contribuem para o surgimento, o tipo de transporte que é afetado pelo fenômeno, as categorias de intensidade do fenômeno, o aspecto histórico envolvendo o evento, os horários do dia e a época do ano em que é mais frequente especificamente na cidade de Cuiabá, como identificar a tesoura do vento no código meteorológico METAR, e finalmente, o local onde o evento ocorre com maior frequência no Brasil e os fatores que podem influenciar neste fato.

As dúvidas que surgiram dos alunos e as respostas do professor são explicitadas na seção de resultados e discussão. Após a explanação e retirada de dúvidas pelo docente da disciplina, aplicou-se um questionário em formato físico sobre tesoura do vento constituído por duas questões abertas. Foi concedido um tempo total de trinta minutos para os discentes respondê-las.

A primeira e a segunda questões referiam-se aos objetivos 2 e 3 do artigo respectivamente, isto é, verificar que conceitos de física os alunos ainda se recordam de outros semestres e testar a percepção do aluno quanto à natureza interdisciplinar do tema.

Nas situações em que o aluno não respondeu à questão, foi representada na tabela a resposta DEIXOU EM BRANCO.

Questionário Avaliativo sobre tesoura do vento

1. *Quais são os conceitos físicos envolvidos na compreensão do cisalhamento do vento?*
2. *O estudo de cisalhamento do vento envolve mais disciplinas além de Física? Quais?*

Resultados e Discussão

Nesta seção, são exibidas as respostas escritas elaboradas pelos alunos às questões de número um e dois integrantes do questionário avaliativo sobre a tesoura do vento e apresentadas as dúvidas referentes ao tema durante a interação dos discentes com o docente.

Interação durante a aula

Durante a interação entre discentes e docentes, os alunos fizeram algumas perguntas visando tirar dúvidas sobre o que o professor estava apresentando na aula.

O aluno aqui designado por K perguntou se a *windshear* ocorre poucas vezes na cidade de Cuiabá levando-se em conta que o METAR ocorre a cada sessenta minutos. Foi esclarecido pelo docente que não se pode afirmar categoricamente tal fato uma vez que o piloto da aeronave só relata obrigatoriamente ao serviço de meteorologia a ocorrência do fenômeno se ele ocorrer nos primeiros 500 metros de altitude.

O discente V, por sua vez, indagou sobre se há como as aeronaves se protegerem do temido fenômeno. O professor respondeu que tanto na aviação comercial como em muitos aviões executivos existem atualmente os sistemas de previsão de *windshear*, mas antes de se saber que o fenômeno seria capaz de causar acidentes não existiam.

O aprendiz Z indagou se turbulência e *windshear* eram basicamente sinônimos. Foi explanado que não porque na turbulência a aeronave tem deslocamento irregular com rota de voo constante e que no caso da cortante do vento, há uma alteração bastante significativa na força de sustentação de subida ou descida da aeronave.

Perguntou sobre o tipo mais comum de intensidade de tesoura do vento no Brasil o estudante J. Foi explanado que não há um tipo mais comum no país, pois o evento é muito localizado espacialmente e que cada local do país tem diferentes características no que diz respeito a condições de estabilidade e instabilidade atmosféricas.

Finalmente, K perguntou se a nuvem associada ao cisalhamento do vento era apenas a nuvem cúmulo-nimbos de trovoadas. Foi esclarecido que não porque correntes de jato (*jet stream*) causam também o fenômeno e surgem em turbulência sem nuvens, mais especificamente turbulências de céu claro.

Respostas escritas elaboradas pelos alunos às questões

No quadro 1, é possível verificar as respostas dos discentes para a questão 1. Os alunos A, J, O, P, Q, S (cerca de 23% do grupo) não responderam à pergunta. O conceito de Pressão foi o mais citado totalizando cerca de 54% das respostas discentes (C, D, E, F, G, H, I, K, L, N, R, U, W e Z). Em segundo lugar, foi mencionado o conceito de Temperatura por cerca de 42% dos aprendizes (C, D, E, F, G, H, I, L, R, U e W). Em terceiro lugar, referenciaram o conceito de Velocidade na faixa de 27% dos discentes (D, F, H, I, K, R e W).

Os conceitos de Densidade e de Força foram cada um mencionados por aproximadamente 12% dos estudantes. O primeiro foi mencionado pelos estudantes C, L e V enquanto que o segundo foi citado pelos aprendizes H, V e X.

Constata-se também que treze discentes (C, D, E, F, G, H, I, K, L, R, W, X e Z) conseguem identificar a existência de pelo menos três conceitos de Física envolvidos na compreensão de tesoura do vento. Tal fato permite afirmar que para estes 50% existe o caráter pluriconceitual físico do fenômeno meteorológico abordado.

Quadro 1 – Respostas escritas dos estudantes à questão 1.

Aluno	Resposta escrita do estudante à questão: Quais são os conceitos físicos envolvidos na compreensão do cisalhamento do vento?
A	DEIXOU EM BRANCO
B	Conceito de intensidade
C	Temperatura, densidade, pressão
D	Pressão, temperatura e velocidade
E	Temperatura, pressão atmosférica
F	Pode-se observar os conceitos de temperatura, pressão, velocidade
G	Temperatura, pressão atmosférica, fluidos do vento
H	Pressão, força, temperatura, velocidade
I	Temperatura, pressão, velocidade
J	DEIXOU EM BRANCO
K	Força, pressão, energia, velocidade, aceleração
L	Pressão, densidade, temperatura
M	Com a mistura do ar frio e o ar quente causando um vento forte
N	Pressão
O	DEIXOU EM BRANCO
P	DEIXOU EM BRANCO
Q	DEIXOU EM BRANCO
R	Velocidade, pressão, temperatura, fluxo de massa
S	DEIXOU EM BRANCO
T	Termodinâmica
U	Pressão e temperatura
V	Densidade do ar forças em vários sentido diferentes
W	Ondas, temperatura, pressão
X	Descargas elétricas, força, impacto
Y	A variação térmica
Z	Velocidade em nós; altitude em pés; pressão do ar; geografia do local além de fatores relacionados ao avião

No quadro 2, observam-se as respostas dos discentes para a questão 2. Analisando as respostas obtidas por meio das disciplinas que constituem o currículo do Ensino Médio, observa-se, por exemplo, que os alunos A, F, G, M, P, X deram respostas que fogem da classificação aqui adotada.

O discente X especificamente pensou muito provavelmente que as disciplinas que deveriam ser mencionadas eram do Ensino Superior relativas à Engenharia. O aluno S, por sua vez, não respondeu esta questão e por fim, o discente U disse que não havia disciplinas além da Física para explicar o fenômeno.

Mencionaram, com maior frequência, a Geografia os alunos B, C, D, E, H, I, J, K, L, N, Q, R, T, V, Y e Z, em outras palavras, aproximadamente 62% da totalidade. Em segundo lugar, relataram a Matemática os aprendizes H, I, J, K, T e Y (cerca de 23% da amostra). Em terceiro lugar, citaram a História E, H e W, ou seja, cerca de 12%. Em quarto lugar, falaram Química apenas I e W (em torno de 7,7%). Por último, o discente W mencionou Inglês. O aluno Z menciona História do Local, talvez ele quisesse se referir à Estatística.

Vinte e um entre os vinte três discentes (excetuam-se os alunos S e U) consideram que de fato o fenômeno meteorológico estudado na aula tem caráter interdisciplinar. Isto sugere que quase todos eles veem o caráter interdisciplinar no fenômeno.

Quadro 2 – Respostas escritas dos estudantes à questão 2.

Aluno	Resposta escrita do estudante à questão: O estudo de cisalhamento do vento envolve mais disciplinas além de Física? Quais?
A	Cisalhamento do vento
B	Sim, geografia, matérias sobre clima e meteorologia
C	Sim, meteorologia, geografia
D	Sim, a geografia e a matemática também tem que serem levadas em consideração
E	Sim. Geografia e história
F	Envolve o estudo meteorológico também
G	Sim, meteorologia, o estudo da temperatura
H	Geografia, história, matemática
I	Sim, química por conta de processos de inversão térmica, matemática, geografia, geoprocessamento
J	Geografia, matemática
K	Física, geografia, meteorologia, matemática (cálculo)
L	Sim, geografia
M	Meteorologia, aviação
N	Sim. Geografia pois envolve espaço, tempo, temperatura
O	Sim. Biologia
P	Meteorologia
Q	Sim. Geografia
R	Sim, geografia
S	DEIXOU EM BRANCO
T	Geografia, matemática
U	Acredito que não já que mesmo outras disciplinas ajudando esse assunto elas utilizam da física para apresentar o assunto
V	Física, geografia, meteorologia
W	Química, história, inglês
X	Existem várias disciplinas além da física como estudo dos materiais em altitudes, em construção de edifícios, em fenômeno de transportes e mecânica
Y	Geografia e Matemática
Z	Sim. Geografia (relevo, montanhas); História do local (ocorrências anteriores); meteorologia

Considerações Finais

Foi possível ver neste artigo as concepções dos alunos acerca dos conhecimentos de conceitos físicos envolvidos das disciplinas anteriores de Física Geral para a compreensão do gradiente do vento como também identificar a percepção deles sobre o caráter interdisciplinar deste tópico da Meteorologia.

É necessário desenvolver mais experiências em ensino de fenômenos meteorológicos seja em uma perspectiva de cálculo da probabilidade de ocorrência de um fenômeno de forma mensal, seja através de conceitos das ciências naturais e seja até mesmo talvez por um viés das ciências sociais.

Ao término da aula, o que se observou foi que os estudantes se sentiram entusiasmados com os conhecimentos transmitidos de um evento meteorológico que eles ignoravam completamente até aquele momento. Alguns estudantes inclusive proferiram palavras de agradecimento ao professor.

Julga-se aqui de fundamental importância também a função do docente na interação e mediação das aprendizagens. Afinal de contas, crê-se como impossível aprender sem as interações entre os indivíduos na forma de diálogo, escrita, gestos ou imagens.

Referências

Almeida, P. G. (2017) *Contribuições da Metodologia aprendizagem baseada em projetos para o ensino fundamental*. 89p. Dissertação (Mestrado em ciências) – Escola de Engenharia de Lorena – Universidade de São Paulo, Lorena.

Araújo, P. L. P. (2014). *Ensino de Ciências e Meteorologia: Uma Possibilidade. Trabalho de Conclusão de Curso*. Universidade Brasília: Instituto de Química. Brasília-DF.

Bomfim, A. P. (2022) *O ensino de meteorologia como ferramenta para educação ambiental para estudantes do ensino fundamental II*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências, Bauru.

BRASIL. (2016) *FCA 58-1: ocorrências aeronáuticas - panorama estatístico da aviação brasileira 2006-2015*. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Brasília, DF, p. 14-16, 2016.

Cabral, E.; Farias, S. J. S. (1991). *Análise das Ocorrências de Windshear na Área do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos*. Disponível em <<http://www.cbmet.com/cbm-files/19-42a24459f537ce69c68e70ae1a26c2dd.pdf>>.

DECEA (DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO). (2013) *Windshear*.

Disponível em: <<http://www.redemet.aer.mil.br/uploads/2014/04/windshear.pdf>>. Acesso em: 07 Set. 2021.

FAA (Federal Aviation Administration). (1988) AC00-54. Disponível em:<https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC00-54.pdf>. Acesso em: 07 Jan. 2023.

FAA. Federal Aviation Administration. (2008) P-8740-48 *Wind shear FAA*, Washington DC, p. 64, p. 8.

Favarão, N. R. L.; Araújo. C. S. A. (2004). Importância da Interdisciplinaridade no Ensino Superior. *EDUCERE*. Umuarama, v.4, n.2, p.103-115, jul./dez. Disponível em: [Educere 4\(2\) 2004.indd \(ihmc.us\)](#). Acessado em 13 de janeiro de 2023.

Fazenda, I. C. A. (1996). *Práticas interdisciplinares na escola*. 3. Ed. São Paulo: Cortez.

Ferreira, A. G. (2006). *Meteorologia Prática – N 7*, p.125-126. São Paulo: Oficina de Textos.

Floriani, D. (2000). Diálogos interdisciplinares para uma agenda socioambiental: breve inventário d debate sobre ciência, sociedade e natureza. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n 1, Paraná: UFPR: jan/jun, p. 21-39.

Frigotto, (1995). G. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. In: Jantsch, A. P.; Bianchetti, L. (Orgs.). *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*. Petrópolis: Vozes.

Gusdorf, G. (1977). Present, passé avenir de la recherche interdisciplinaire. *Rev. Int. de Sciences Sociales*. 29: 627-48.

Japiassu, H. (1976) *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de janeiro: imago, 1976.

König, R.; Krause, P. (1992) *The influence of wind shear and vertical winds on take-offs and go-around. Proceedings of the symposium on psychology inthe department OD defense (13th) held in colorado spring, colorado*.

Minayo, M. C. S. (1994). Interdisciplinaridade: funcionalidade ou utopia? *Revista Saúde e Sociedade* 3(2): 42-64.

REDEMETS. Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica. **Windshear**, (2013). Disponível em: <https://www.redemet.aer.mil.br/uploads/2014/04/windshear.pdf> Acesso em: 02 de abr. de 2019. » <https://www.redemet.aer.mil.br/uploads/2014/04/windshear.pdf>

Raynaut, C. (2004). Meio ambiente e desenvolvimento: construindo um novo campo do saber a partir da perspectiva interdisciplinar. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n 10, Paraná: UFPR, jul/dez, p. 21-32. <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/3089>. Acessado em 13 de janeiro de 2022.

Ribeiro, D.P.; Leal Júnior, J.B.V.; Fisch, G.; Ramos, D.N.S.; Reuter, E.D.J. (2020) Cisalhamento do vento no aeroporto internacional de São Paulo: aspectos observacionais e de modelagem. *Revista brasileira de meteorologia*. 35 (2) <https://doi.org/10.1590/0102-7786352020>

Santomé, J. T. (1998). *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artmed.

Silva, W. L.; Albuquerque Neto, F.L.; França, G. B.; Matschinske, M. R. (2016) Conceptual model for runway change procedure in Guarulhos International Airport based on sodar data. *The aeronautical journal.*, v.120, n1227, p.725-734.

Simão, A. C. (2013) Tesouras de vento e a segurança do voo. *Conexão SIPAER*, v.4, n.2.

Vidal, L.A.; Cintra, E. M. D.; Tavares, A. S. (2019) A Interdisciplinaridade no Ensino Médio através do Ensino de meteorologia. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.14, n.3.