

ENSINANDO A IDENTIFICAR FRENTES FRIAS POR MEIO DO CÓDIGO METAR*Teaching How to Identify Cold Fronts using the Metar Code***Lúcio Ângelo Vidal** (lucio.vidal@ifmt.edu.br)*Rua Professora Zulmira Canavarros, nº 95 – CEP: 78005-200, Centro, Cuiabá –MT IFMT Campus Cuiabá***Robson Siqueira da Cunha** (personalcuiaba@gmail.com)**Andreia da Silva Tavares** (andrea.physical@gmail.com)*Recebido em: 21/12/2023**Aceito em: 10/06/2024***Resumo**

O presente artigo teve como objetivo mediar uma aula presencial com dezoito estudantes de Física geral 2 da Engenharia de uma instituição pública de ensino superior, para que pudessem compreender o que ocorriam com algumas variáveis meteorológicas do código METAR durante a ocorrência de uma frente fria. Para atingir o objetivo, realizou-se em cerca de duas horas durante um encontro da disciplina uma explanação sobre o conceito de frentes frias e sobre o código meteorológico, neste último caso para esclarecer as codificações existentes e identificar em que se encontravam as variáveis relevantes para o entendimento da ocorrência do fenômeno. Aponta-se como parte dos resultados o êxito de pelo menos 50% dos estudantes nas cinco questões (as quatro primeiras com conceitos teóricos e a última propondo uma atividade prática) de avaliação de aprendizagem referente ao ensinamento de como constatar o fato. São necessárias cada vez mais experiências de ensino que promovam o aprendizado de fenômenos ligados à compreensão do meio ambiente para que se possa entender o que é verdade ou mentira em relação ao que se veicula em diversos canais de comunicação sobre interdependência entre diferentes variáveis relacionadas à Meteorologia.

Palavras-Chave: frentes frias, ensino, teoria e prática**Abstract**

The objective of this article was to facilitate a face-to-face class with eighteen General Physics 2 Engineering students from a public higher education institution, so that they could understand what happened with some meteorological variables from the METAR code during the occurrence of a cold front. To achieve the objective, an explanation of the concept of cold fronts and the meteorological code was held in approximately two hours during a course meeting, in the latter case to clarify the existing codes and identify the relevant variables for understanding the occurrence of the phenomenon. The results point to the success of at least 50% of students in the five questions (the first four with theoretical concepts and the last one proposing a practical activity) of learning assessment regarding teaching how to verify the fact. More and more teaching experiences are needed that promote the learning of phenomena linked to the understanding of the environment so that one can understand what is true or false in relation to what is conveyed in different channels of communication about interdependence between different variables related to Meteorology.

Keywords: cold fronts, teaching, theory and practice

Introdução

Ao pesquisar no google acadêmico trabalhos de acesso livre que abordam a temática frentes frias na cidade de Cuiabá, o que se encontra são os artigos de Carmo, Reboita e Marques (2023); o de Vidal e Tavares (2020) e o de Machado *et al.* (2015). Ainda é possível mencionar o capítulo de livro físico denominado Climatologia de Frentes Frias em Cuiabá de autoria de Vidal *et al.* (2011).

O primeiro trabalho aqui mencionado trata de uma climatologia de frentes frias em Cuiabá no período de 1996 a 2015 que foram identificadas nos boletins de CLIMAANÁLISE oriundos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e que tinha como foco primordial entender como as frentes frias de forte intensidade na cidade em questão.

O segundo trabalho trata de um evento de ensino realizado com dezoito alunos do ensino médio integrado em que ocorre a mediação de ensinamentos de sistemas meteorológicos, tais como Alta da Bolívia, Frentes Frias e Zona de Convergência do Atlântico Sul que são responsáveis pela climatologia na mesma cidade.

No terceiro trabalho, os autores abordam os padrões interanuais e sazonais de variáveis meteorológicas em Cuiabá em metade de um século concluindo que frentes frias, alta da Bolívia, zona de convergência do atlântico sul (ZCAS) e sistemas convectivos de mesoescala são fenômenos que comandam o comportamento da pluvial na cidade.

Entretanto, o que não se observa em nenhum dos três artigos supracitados é algum tipo de dinâmica proposta em sala de aula no sentido de estimular o aprendizado dos estudantes a saber identificar a ocorrência de frentes frias na cidade por meio de informações meteorológicas históricas oriundas do código horário METAR. Dessa forma, aqui está a razão primordial de ser deste artigo.

A aplicação de uma experiência de ensino sobre frentes frias na disciplina de Física Geral 2 justifica-se pelo fato de ela contemplar muitos tópicos relacionados ao estudo de fluidos; tais como pressão atmosférica, formação de nuvens, temperatura do ar, umidade e velocidade de escoamento em fluidos. Além disso, aborda-se o estudo de um fenômeno meteorológico que às vezes se faz presente na cidade onde foi realizada a atividade pedagógica.

O objetivo geral, portanto, é promover o aprendizado de como identificar frentes frias no código METAR. Para isso é necessário recorrer aos seguintes objetivos específicos: a) saber identificar no código as variáveis meteorológicas que influenciam na ocorrência de frentes frias; b) identificar qualitativamente o que ocorrem com as variáveis meteorológicas associadas às frentes frias; c) saber quantitativamente que valores numéricos as variáveis meteorológicas devem atingir para a plena caracterização das frente frias; d) colocar em prática o conhecimento basilar à compreensão de como se caracterizam as frentes frias.

Fundamentação Teórica

Nesta seção serão abordados os temas que alicerçam a aprendizagem proposta neste artigo. Dessa maneira, aqui abordam-se: a) o conceito de frentes e mais especificamente frente fria; b) a decodificação das variáveis associadas à chegada de frente fria no código METAR da Meteorologia Aeronáutica; c) a concepção e a importância de atividades práticas no ensino de ciências.

Frentes e Frentes Frias

Ao se tornarem próximas duas massas de ar de diferentes densidades, elas tendem a preservar suas características individuais. Entretanto, há uma camada de transição, denominada de superfície frontal (SF), em que se observa a mistura das duas massas (VAREJÃO-SILVA, 2006). A figura 1 representa esta ideia.

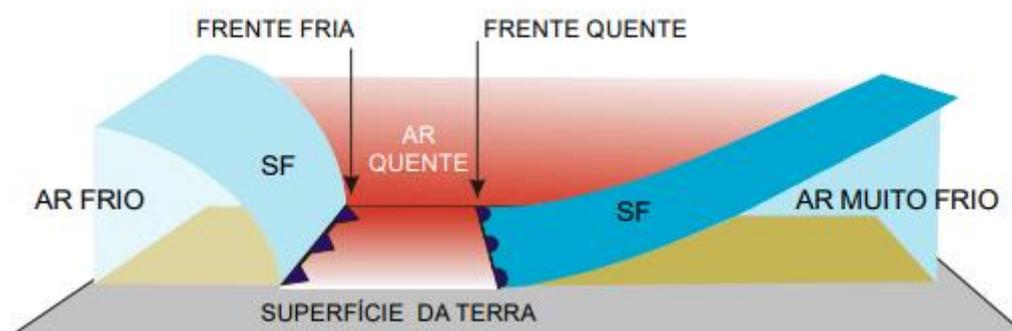


Figura 1. Representação esquemática de uma frente fria e uma frente quente. Fonte: Varejão-Silva (2006).

Conforme Oliveira, Vianello e Alves (2001), a referida camada de transição tem características térmicas e de vapor de água distintas. Cada uma das massas de ar tem sua própria circulação de ventos peculiar no que tange à direção e à intensidade e que depende do campo de pressão (OLIVEIRA, VIANELLO e ALVES, 2001).

Na concepção de Ynoue *et al.* (2017), as frentes se classificam em quentes, frias, estacionárias e oclusas de acordo com o deslocamento realizado e as alterações de temperatura produzidas. Denomina-se frontogênese o surgimento de uma frente e frontólise a sua extinção (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Ayoade (2003) menciona que para o surgimento de uma frente é necessário o cumprimento de três condições: encontro de duas massas de ar com temperaturas distintas, uma circulação atmosférica que transporte as massas de ar uma em direção à outra e finalmente deve haver uma intensidade da força de Coriolis para que o ar quente não fique acima do ar frio.

Uma frente fria acontece quando uma massa de ar frio se desloca para um local em que o ar está a uma temperatura maior (YNOUE *et al.*, 2017). Ainda segundo os mesmos autores, como as frentes frias costumam ter velocidades maiores do que as frentes quentes, as primeiras trazem condições de tempo mais severas do que as segundas.

Na América do Sul, as frentes frias mais especificamente se deslocam de sudoeste para nordeste tanto pelo continente como pelo mar e costumam durar três dias. Durante uma frente fria, a intensidade vento alinha-se à direção compreendida entre sul e sudoeste; a temperatura do ar fica baixa e o ponto de orvalho fica próximo a ela; a pressão fica acima de 1013 hPa considerando o nível

médio do mar e é comum nebulosidade cobrindo a maior parte do céu em alturas inferiores a 1500 pés (Vidal *et al.*, 2011).

Código METAR

O código METAR é um relatório sobre condições meteorológicas de um aeródromo e nele estão contidas em sequência grupos de identificação, vento, visibilidade, alcance visual da pista, tempo presente, nuvens, temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica e informações suplementares (BRASIL, 2020). Cabe ainda destacar que este código é utilizado para relatar as condições meteorológicas observadas em um aeródromo em intervalos regulares de uma hora (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2012).

Para exemplificar os aspectos relevantes no código METAR que permitem a identificação de uma frente fria na cidade de Cuiabá, apresenta-se um exemplo do código, dando um destaque sublinhado às informações sobre vento, camada de nuvens, temperatura e pressão atmosférica nessa ordem: METAR SBCY 161700Z 18012KT 9999 BKN008 15/12 Q1018.

A informação codificada inicia-se com o nome do código, em seguida vem o designador telegráfico para a cidade de Cuiabá (SBCY) e logo após o grupo relacionado à data (os dois primeiros algarismos, neste caso 16) e à hora segundo o meridiano de Greenwich (17 horas, isto é, 1700Z e que corresponde a 13 horas na cidade de Cuiabá) em que se confeccionou a mensagem.

As quatro partes sublinhadas especificam da esquerda para a direita respectivamente a direção e a intensidade do vento (direção sul ou 180° e intensidade de 12 nós, o que representa cerca de 6 m/s), a cobertura do céu pela nuvem e sua altura em centenas de pés (nublado com nuvens a 800 pés, em outras palavras, 240 metros), a temperatura do ar e o ponto de orvalho em graus Celsius (15/12) e o valor da pressão atmosférica ao nível do mar em hectopascal (1018hPa).

Em resumo, o fenômeno descrito no código se trata de uma frente fria, porque há o vento girando para o sul, há uma camada de nuvem em altura inferior a 1500 pés, a temperatura do ar está baixa e a pressão está alta (acima de 1013hPa). Não foi dado aqui destaque sublinhado à parte de visibilidade (no código apresentado por 9999) pelo fato de não ser relevante no caso de surgimento de frentes frias.

A Concepção de Atividades Práticas no Ensino de Ciências

É necessário esclarecer o que se concebe como atividade prática já que existem várias compreensões a respeito deste conceito. Na visão de Andrade e Massabni (2011), são ações educacionais que exigem dos discentes o contato direto com o material físico, com o fenômeno e/ou com dados brutos oriundos do fenômeno natural ou social de forma que o aluno desenvolva uma tarefa braçal ou acompanhe a demonstração docente de algo.

Krasilchik (2008), por sua vez, rechaça completamente as demonstrações como atividades práticas pelo fato de não abarcarem os discentes na aquisição de dados.

Campos e Nigro (1999) classificam as modalidades de atividades práticas em quatro categorias: a) Demonstrações Práticas; b) Experimentos Ilustrativos; c) Experimentos Descritivos; d) Experimentos Investigativos.

As Demonstrações Práticas são ações elaboradas pelo docente em que o discente observa sem interferir, proporcionando a este último tato com fenômenos já conhecidos, mesmo que nunca os tenha identificados.

Os Experimentos Ilustrativos, por seu turno, são constituídos de ações que os discentes podem realizar por conta própria, propiciando um maior contato com fenômenos já conhecidos (BASSOLI,

2014). Na visão de Bassoli (2014), há aqui indubitavelmente a interação física, proporcionando a interação social quando se executa experimentos em grupos.

Os Experimentos Descritivos são ações que o estudante desenvolve sem a obrigatoriedade da condução do professor a todo momento, favorecendo assim o contato direto do aluno com situações que precisa aprender (CAMPOS e NIGRO, 1999).

Por fim, os Experimentos Investigativos são os que mais cobram no tocante à participação do aprendiz durante a sua realização, porque envolvem discussão de ideias, elaboração de hipóteses e experimentos de comprovação (CAMPOS e NIGRO, 1999). Embora não haja unanimidade sobre o que são atividades investigativas, os pontos comuns são a presença da problematização para impulsionar a investigação (ZOMPERO e LABURU, 2011) e o viés de avizinhar a ação científica do ensino de ciências (TRÓPIA, 2011).

Materiais e Métodos

Nesta seção, apresentam-se os materiais necessários à lição realizada com os dezoito aprendizes, os métodos empregados para a mediação do ensinamento e o tempo utilizado para mediar o ensinamento.

A experiência de ensino aqui relatada ocorreu em 29 de agosto de 2023 na aula da disciplina de Física Geral 2 de uma instituição pública de ensino superior na cidade de Cuiabá, foi realizada com dezoito estudantes de Engenharia e teve duração de tempo de uma hora e cinquenta minutos.

A referida experiência de ensino ocorreu na disciplina mencionada no parágrafo anterior pelo fato de ela contemplar em sua ementa os tópicos imprescindíveis, como por exemplo, temperatura, velocidade de escoamento de fluidos, formação de nuvens e pressão atmosférica para a compreensão de frentes frias.

Foram utilizados como materiais para a aula um quadro branco, canetas para escrever em quadro branco, o telefone celular para acessar por meio da internet da instituição o site www.redemet.aer.mil.br, e um gravador para registrar as interações na perspectiva de perguntas e respostas entre professor e aluno.

Durante os primeiros sessenta minutos da aula, foi registrada no quadro branco da sala de aula a estrutura sequencial de informações meteorológicas constituintes do código METAR, procurando dar ênfase às informações que permitem reconhecer a ocorrência de uma frente fria, isto é, vento, altura da nebulosidade, temperatura e pressão atmosférica reduzida ao nível do mar. Ainda no referido intervalo de tempo, foi apresentado o site de Meteorologia aeronáutica mencionado no parágrafo anterior para se realizar consultas sobre condições de tempo em diversas parte do país.

Nos cinquenta minutos seguintes, os alunos deveriam responder um teste composto de 5 questões (quadro 1) em que as quatro primeiras delas deveriam ser respondidas individualmente e a última delas (uma atividade experimental) deveria ser realizada em dupla uma vez que havia muitas mensagens para analisar na série histórica, isto é, cerca de 24 mensagens por dia multiplicadas por 180 dias.

A organização da procura pelos discentes das frentes frias foi de tal forma que o professor realizou o sorteio de um determinado ano para cada uma das nove duplas de forma que os integrantes deveriam fazer a procura pelo fenômeno entre os meses de abril e setembro (180 dias) por se tratar

do período mais comum em que ocorrem. As duplas foram estabelecidas entre os estudantes por afinidade que tinham entre si.

O critério de contagem de frentes frias era tal que deveria se identificar o primeiro dia frio em uma sequência de dias frios na cidade de Cuiabá e após o retorno do calor, contava-se que havia ocorrido uma frente fria. Caso a frente fria chegasse no final do mês e termina-se no início do mês seguinte, considerava-se que ela pertencia ao mês em que ela chegou. Em possíveis dúvidas sobre o fenômeno por parte dos acadêmicos, o professor intervinha no sentido de dirimi-las.

Os acadêmicos foram identificados nesta pesquisa por meio de apenas uma letra do alfabeto desde A até R para garantir a proteção à identidade individual. Ainda se reforça que todos os participantes fizeram a atividade de livre e espontânea vontade. Logo a seguir, apresenta-se o questionário constituído por cinco questões sobre identificação de frentes frias.

Quadro 1. Questionário avaliativo sobre identificação de frentes frias

<p>1. O que ocorre normalmente com a direção do vento quando uma frente fria chega à sua cidade? Possível resposta: ela costuma ficar alinhada entre a direção sul e sudoeste.</p>
<p>2. O que ocorre normalmente com o valor da pressão atmosférica quando uma frente fria chega à sua cidade? Possível resposta: A pressão aumenta pelo fato de o ar ficar mais denso, isto é, mais concentrado no que diz respeito a um determinado volume e seu valor fica acima de 1013 hPa.</p>
<p>3. O que ocorre normalmente com o valor da pressão atmosférica quando uma frente fria chega à sua cidade? Possível resposta: A pressão aumenta pelo fato de o ar ficar mais denso, isto é, mais concentrado no que diz respeito a um determinado volume e seu valor fica acima de 1013 hPa.</p>
<p>4. O que ocorre normalmente com o valor da temperatura e do ponto de orvalho quando uma frente fria chega à sua cidade? Possível resposta: A temperatura do ar cai e tende a ficar gradativamente mais próxima do valor da temperatura do ponto de orvalho</p>
<p>5. Quantas frentes frias ocorreram no ano em que você pesquisou? Possível resposta: Aqui para cada par ou trio de estudantes haverá uma resposta específica</p>

A pergunta de número um figura no questionário de avaliação para que se possa saber se o aluno consegue identificar em que direção se encontra o vento quando ocorre o fenômeno aqui abordado; a pergunta de número dois visa identificar se o discente é capaz de expressar o que costuma ocorrer com o sistema nebuloso em um local com a entrada de uma frente fria; a pergunta de número três do questionário, por sua vez, visa analisar se o acadêmico compreende o que ocorre com o valor numérico da pressão atmosférica assim que se inicia o evento meteorológico em análise; a questão de número quatro busca entender se o aprendiz consegue interiorizar se há aumento ou diminuição de temperatura e se a temperatura do ar e do ponto de orvalho se aproximam ou se afastam uma da outra. Finalmente, a questão de número cinco foca no aspecto de metodologia ativa para que o estudante entenda na prática como identificar as frentes frias a partir de uma série histórica com intervalos de uma hora.

Em resumo, as questões de 1 a 4 são basilares para se entender como identificar uma frente fria e a questão de número 5 visa saber se o aluno consegue identificá-las na prática de posse de dados históricos do METAR a partir dos conceitos abordados e devidamente compreendidos nas quatro primeiras perguntas.

Resultados e Discussão

Nesta seção, são apresentadas duas subseções nesta ordem: interação durante a aula e respostas em linguagem matemática e escritas produzidas pelos alunos em cada uma das cinco questões que constituem a avaliação.

Interação durante a aula

Aqui são apresentadas as perguntas dos discentes e a resposta do docente durante a interação ocorrida na aula. O que se observa no geral é que a interação foi bastante intensa embora a maior parte das indagações tenham sido produzidas por apenas quatro estudantes.

Ao longo da explanação, o professor da disciplina enfatizou a teoria apresentada na fundamentação teórica deste trabalho visando êxito dos estudantes na identificação das frentes frias na cidade de Cuiabá. Nos parágrafos seguintes, são apresentadas as perguntas dos estudantes e a resposta externada pelo professor da disciplina a cada um dos questionamentos.

O aluno K indaga se durante as frentes frias a direção do vento é sempre Sul. O professor responde que não é sempre sul a direção e que ela pode estar alinhada desde a direção sul até aproximadamente a direção sudoeste.

O acadêmico I questiona se ocorre um nevoeiro quando a temperatura do ar e do ponto de orvalho estão iguais no código METAR. A resposta docente é que sim, mas para ocorrer o nevoeiro não é necessário que a umidade esteja em 100% (temperatura do ar igual ao ponto de orvalho), pois o fenômeno pode ocorrer com umidade em torno de 94% na prática.

O estudante H pergunta se a temperatura do ar pode ficar abaixo do ponto de orvalho. O profissional da educação diz que não, afinal o ponto de orvalho é uma temperatura de referência para o qual o ar em um local está plenamente saturado, em outras palavras, é a temperatura a que o ar deve diminuir para que ocorra a saturação do ar.

I pergunta o que quer dizer FEW e posteriormente ainda na mesma mensagem BKN na parte do código destinado às nuvens. Responde-se que se tratam de poucas nuvens (FEW) e céu nublado (*broken*) no caso de BKN. O código baseia-se totalmente no idioma inglês.

K interpela se quando chega uma frente fria, a temperatura do ar e do ponto de orvalho se aproximam. O docente confirma que sim, afinal é necessário que a umidade se eleve na cidade que se encontra em um local que favorece altas temperaturas e baixas umidades desde que antes da chegada frente fria, não houvesse já uma outra frente fria no local.

O aluno B interroga sobre o que significa os algarismos antes de no grupo de identificação do vento. É dito que se tratam da data e da hora de Greenwich para a qual a mensagem meteorológica foi confeccionada.

H pergunta o que significa em uma mensagem que ele identificou no METAR o símbolo RA. Afirma-se que se trata apenas da ocorrência de chuva na cidade, basta lembrar do inglês *rain*.

O discente B indaga sobre o que significa TCU em uma mensagem por ela procurada. Explica-se que se trata da nuvem que precede a ocorrência de uma trovoadas, isto é, o cúmulo em forma de torre (*tower cumulus*).

H ao ver que quando se realizam consultas no site da REDEMET aparecia uma mensagem METAR e uma TAF inquiriu sobre a diferença entre ambas. Esclarece-se que a primeira relata informações do tempo no momento enquanto que a segunda relata o que há previsto para horas mais tarde.

O discente N perguntou a diferença entre o frio úmido e frio seco no código METAR. O professor respondeu que pelo código é possível identificá-los pela diferença grande ou pequena entre a temperatura do ar e do ponto de orvalho, bem como pela parte do código destinadas às nuvens, ou seja, muita nebulosidade implica frio úmido e pouca ou nenhuma nebulosidade implica frio seco.

O aluno L quis saber com identificar a direção do vento na situação em que ele se apresenta da forma 0000KT. O docente retorquiu que como o vento tem intensidade zero e naturalmente está parado, não há direção para o vento.

O discente I pergunta sobre o significado de VCSH no METAR. Explana-se que o significado é *vicinity shower*, que traduzindo para o português, significa pancada de chuva na vizinhança.

Finalmente, H pergunta o que quer dizer no código REDZ. Explica-se que uma simbologia para *recent drizzle*, ou seja, chuvisco ocorrido recentemente.

Resumido, a maioria das dúvidas em relação ao código são oriundas, como se pode observar, do idioma inglês uma vez que se tratam de siglas oriundas de expressões em inglesas.

As respostas escritas produzidas pelos alunos em cada uma das cinco questões

No quadro 2, são apresentadas as respostas escritas dos discentes de engenharia à questão: *o que ocorre normalmente com a direção do vento quando uma frente fria chega à sua cidade?* Logo após o quadro, é feita uma análise das respostas.

É possível considerar como corretas as respostas registradas pelos acadêmicos A, B, C, D, H, I, J, L, M, P e R pelo fato de haver algum aspecto de pertinência nas respostas como nos casos de C, L, H, M e P, bem como as respostas de A, B, D, I, J e R com todos os aspectos pertinentes. Tal fato permite concluir que aproximadamente 61,1% (11/18) dos alunos podem ter conseguido absorver o conceito de que direção o vento sopra quando uma frente chega à cidade de Cuiabá.

Por outro lado, 39,9% mencionaram fatores impertinentes ou mesmo insuficientes para uma explicação mais clara. No primeiro caso, encontram-se os discentes K, O e N que mencionam que o vento pode vir de sudeste e no segundo caso, por sua vez, os alunos E, F, G e Q que mencionam de forma vaga mencionam a mudança de direção do vento.

Quadro 2 – Respostas em linguagem escrita dos estudantes à questão 1.

<i>Aluno</i>	<i>Resposta escrita dos estudantes à pergunta: O que ocorre normalmente com a direção do vento quando uma frente fria chega à sua cidade?</i>
A	A direção do vento vem do Sul (ou próxima ao sul)
B	A direção do vento tende a vir do Sul, com uma variação entre 180° e 225°
C	A direção do vento tende a ir para o sul
D	Normalmente vem da direção sul 180° até 220°
E	A direção do vento tende a mudar. Quando chega a frente tende a soprar do lado mais frio.
F	O vento muda de direção
G	Geralmente a direção do vento muda
H	O vento vem da direção a sudoeste
I	O vento vem do sul à sudoeste
J	Normalmente quando há uma frente fria a direção do vento do sul/sudoeste
K	Geralmente o vento vem do sul-sudeste-sudoeste
L	A direção do vento é próxima do sul
M	Normalmente vem da direção sul
N	Se mantem direcionada entre sul e sudeste
O	Normalmente a direção do vento chega ao sul ou sudeste. Podendo ser um vento forte ou fraco
P	Geralmente o vento tende a ir para o sul
Q	A direção do vento é alterada
R	A direção do vento fica próxima ao sul

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2023.

O quadro 3 mostra as respostas produzidas pelos estudantes à indagação: O que ocorre normalmente com a altura da nebulosidade mais baixa no céu quando uma frente fria chega à sua cidade? Após o quadro, realiza-se uma análise das respostas proferidas.

As respostas com total pertinência ao que foi perguntado foram dos discentes A, D, G, H, I, K, L, N, O, P e R. O que B, E, F, M e Q relatam não tem pertinência com o que foi esclarecidos a respeito de frentes frias. Finalmente C e J relatam fatores que são pertinentes ao acontecimento de uma frente, mas que não dizem respeito ao que ocorre com a altura da nuvem mais baixa durante uma frente fria. Pode-se concluir, portanto, que na questão de número 2 houve um índice de 61,1% (11/18) de êxito na construção de respostas com o devido sentido em relação à pergunta.

Quadro 3 - Respostas em linguagem matemática dos estudantes à questão 2.

Aluno	Resposta escrita dos estudantes à questão 2: <i>O que ocorre normalmente com a altura da nebulosidade mais baixa no céu quando uma frente fria chega à sua cidade?</i>
A	O céu fica nublado com nuvens abaixo de 1500 pés
B	O volume de nuvens aumenta, tem uma maior probabilidade de ficar nublado
C	A cidade fica com baixa visibilidade por conta das nuvens que ficam abaixo dos 1500 pés e da neblina que encobre a cidade
D	A altura das nuvens tende a ficar baixo
E	A frente fria tende a dissipar a nuvens mais baixas
F	À medida que a frente fria avança, a nebulosidade se intensifica
G	A altura da nebulosidade mais baixa tende a diminuir à medida que a frente fria se aproxima
H	Fica abaixo de 1500 pés
I	A altura diminui
J	Normalmente o céu fica nublado e com nuvens baixa
K	A altura das nuvens baixas costuma ficar mais baixas que a normalidade
L	As nuvens ficam abaixo de 1500 pés, o céu fica nublado
M	Geralmente quando chega uma frente fria a nebulosidade baixa diminui porque a frente fria traz nuvens mais densa
N	A altura da nuvem cai a baixo de 1500 pés
O	Ela tende a ficar abaixo de 1500 pés
P	Quando a frente fria chega as nuvens ficam abaixo de 1500 pés
Q	Ela aumenta
R	Conforme a frente fria chega à cidade, a altura da nebulosa fica abaixo de 1500 pés

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2023.

O quadro de número 4 exibe o retorno registrado pelos estudantes à indagação de número três contida no questionário: *O que ocorre normalmente com o valor da pressão atmosférica quando uma frente fria chega à sua cidade?* Logo após o referido quadro, apresenta-se uma análise das respostas.

São consideradas como respostas corretas o que proferem os acadêmicos A, B, C, D, F, G, H, I, J, L, M, N, O, P e R (em torno de 83,3% do total). Destacando entre estes que a resposta mais completa foi dada por B, C, D, I, N e O.

Por outro lado, E e Q expressam aspectos impertinentes ao que foi indagado e finalmente K afirma que a pressão atmosférica aumenta (correto), mas tal fato na realidade não ocorre consideravelmente a ponto de ficar entre os valores que ele menciona.

Quadro 4 - Respostas em linguagem matemática dos estudantes à questão 3.

Aluno	Resposta escrita dos estudantes à questão 3: O que ocorre normalmente com o valor da pressão atmosférica quando uma frente fria chega à sua cidade?
A	A pressão atmosférica aumenta
B	O valor da pressão atmosférica tende a aumentar, ficando maior que 1013hPa
C	A pressão atmosférica tende a ficar acima de 1013hPa o que é conhecida como pressão alta
D	A pressão aumenta ficando acima de 1013Pa
E	O valor da atmosfera tende a diminuir
F	Aumento da pressão
G	A pressão atmosférica aumenta á medida que a frente fria se aproxima
H	O valor aumenta
I	Ela aumenta acima de 1013
J	Normalmente o valor da pressão atmosférica aumenta
K	A pressão atmosférica aumenta consideravelmente, ficando na média de 1018 hectopascal, podendo chegar a 1022.
L	O valor da pressão atmosférica aumenta
M	A pressão tende a aumentar pois o frio acaba fazendo com que
N	Sobe acima de 1013
O	Tende a ser aumentada, passando do nível normal que é 1013pa
P	A pressão atmosférica aumenta
Q	Normalmente ela cai
R	A pressão atmosférica tende a aumentar conforme a frente fria

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2023.

No quadro de número 5, são apresentadas as percepções discentes para a pergunta de número 4, isto é, *O que ocorre normalmente com o valor da temperatura e do ponto de orvalho quando uma frente fria chega à sua cidade?*

Admitem-se como plenamente corretas as respostas dos aprendizes B, C, H, I, L, M, N, O, P (50% do total). o aluno A fala algo que de fato ocorre, mas não relata o que ocorre com o ponto de orvalho. O fato que D relata não é verdade em caso de chuva, seria verdade se houvesse nevoeiro ou entrada de frente. E, por sua vez, não expressa bem em palavras o que quis dizer. O discente F acerta ao afirmar aumento de umidade, mas erra no que concerne à pressão. G menciona o que ocorre com a temperatura e esquece de dizer o que ocorre em relação ao ponto de orvalho. O retorno de J tem pertinência, no entanto ele responde de uma forma parecida similar a A. K fala o que se desejaria saber em ordem inversa. Q afirma que algo se altera sem esclarecer qual das variáveis e finalmente R comete um leve equívoco de dizer que ambas as variáveis caem de valor, quando na realidade é a temperatura que cai e se aproxima do ponto de orvalho.

Quadro 5 - Respostas escrita dos estudantes à questão 4.

Aluno	Resposta escrita dos estudantes à questão 4: O que ocorre normalmente com o valor da temperatura e do ponto de orvalho quando uma frente fria chega à sua cidade?
A	A temperatura diminui e umidade aumenta, conseqüentemente aumenta a umidade na cidade
B	O valor da temperatura tende a diminuir, se aproximando do ponto de orvalho
C	A temperatura cai e a tendência é que se aproxime do ponto de orvalho
D	As duas temperaturas tendem a ficar próximo ou iguais em caso de chuva
E	Normalmente ocorre uma queda de ponto de orvalho temperatura
F	Ocorre um aumento da umidade, causando assim uma baixa pressão
G	Há uma queda de temperatura
H	Eles tendem a ficar iguais em valor
I	Os valores se aproximam
J	Normalmente a temperatura cai e a umidade se eleva
K	A diferença do ponto de orvalho com a temperatura fica menor
L	A temperatura diminui e o ponto de orvalho tende a se igualar a ela
M	As duas temperaturas tendem a se equilibrar
N	Fica próximo de 1/1
O	A temperatura costuma diminuir e tende a ficar perto do ponto de orvalho
P	A temperatura e o ponto de orvalho ficam quase iguais
Q	Ela se altera
R	A temperatura e o ponto de orvalho tendem a cair, interferindo na umidade do ar

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2023.

No quadro 6, mostra-se como os alunos foram distribuídos por duplas para procurar a ocorrência de frentes frias em Cuiabá a partir de uma série histórica compreendida entre os anos de 2010 e 2018 do código METAR.

Cabe se ressaltar que alguns alunos tiveram dificuldade para abrir o arquivo disponibilizado pelo professor da disciplina no ambiente virtual de aprendizagem, porque tratava-se de um arquivo muito grande no dispositivo de que dispunham para ler o arquivo. Estes foram das duplas E e R; F e G.

Um resultado curioso foi o obtido por C e M e que não condiz com o que se pode esperar de quantidade de ocorrências de frentes em maio e junho, pois em um mês no máximo ocorrem quatro frente frias na cidade de Cuiabá segundo Vidal *et al.* (2011), o que se acredita é que possivelmente eles tenham obtido na realidade a quantidade de dias frios em cada mês.

As demais seis duplas encontraram resultados condizentes com a realidade. Embora se reconheça, por exemplo, devido à letargia do dispositivo eletrônico de que dispunham que A e O só conseguiram vasculhar o mês de abril e achar uma frente fria, outras duplas foram mais eficientes na identificação, mas nenhuma das duplas conseguiu realizar a atividade até chegar no mês de setembro. Os que foram mais velozes (H e I, J e Q) chegaram no máximo ao mês de julho.

Assim mesmo, a impressão que se traz aqui é que houve um aproveitamento de 66,6% (doze em dezoito) dos discentes no tocante à identificação correta de pelo menos uma frente fria.

Quadro 6 – Respostas dos estudantes à questão de número 5

<i>Alunos</i>	<i>Resposta escrita dos estudantes à questão 5: Quantas frentes frias ocorreram no ano em que você pesquisou?</i>
A e O	1 em 2017
B e K	1 em abril, 3 em maio, 2 em junho no ano de 2011
D e N	1 em abril e 1 em maio no ano de 2010
E e R	Não fez (ano 2018)
F e G	Não fez (ano 2013)
H e I	1 em abril, 1 em maio e 3 em julho (ano 2015)
L e P	1 em abril e 4 em maio (ano 2014)
J e Q	1 em abril, 2 em maio, 3 em junho e 1 em julho (ano 2016)
C e M	2 em abril, 7 em maio e 8 em junho (ano 2012)

Considerações Finais

Este artigo apresentou a realização de uma experiência de ensino envolvendo identificação e ocorrências do fenômeno meteorológico denominado de frentes frias para a disciplina de Física Geral 2 da Engenharia, para isso foi utilizada uma série histórica de dados meteorológicos do código METAR para a cidade de Cuiabá.

Buscou-se mais especificamente, portanto, definir o conceito, ensinar como reconhecê-las no código meteorológico METAR por meio das variáveis que elucidam o fato e auxiliar na identificação de frentes frias como uma atividade prática dispondo de uma série histórica entre os anos de 2010 e 2018.

Assim, tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos foram plenamente atendidos, expondo o potencial da intersecção entre a disciplina de Física com tópicos da área de Meteorologia no sentido de mediar conhecimentos práticos da realidade de vida desses estudantes.

Faz-se aqui um balanço positivo desta experiência em ensino de ciências, pois na avaliação de aprendizagem proposta ocorreu o êxito de pelo menos 50% dos discentes em todas as questões que constituíam o teste.

Em relação aos tipos de atividades práticas em ciências, considera-se que a questão de número cinco do teste de avaliação de aprendizagem pode ser classificada como Experimento Investigativo posto que há uma pergunta a ser respondida (quantas frente frias ocorrem em um período de tempo) e que só pode ser respondida fazendo uma investigação em dados experimentais.

Julga-se necessária a elaboração de mais experiências de ensino que abordem fenômenos meteorológicos em uma atividade prática seja em dados de superfície, seja em dados de altitude em aulas de Física em toda e qualquer modalidade de ensino, pois é necessário dentro do possível promover a apropriação do conhecimento das pessoas sobre esses tipos de fenômenos para que possam investigar sobre a efetivação de mudanças nas características do meio em que vivem.

Referências

Andrade, M. L. F.; Massabni, V. G. O. (2011). Desenvolvimento de Atividades Práticas na Escola: Um Desafio para os Professores de Ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-85. Disponível em: [SciELO - Brasil - O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências](#) . Acesso em: 20 dez. 2023.

Ayoade, J. O. (2003). *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro.

Bassoli, F. (2014). Atividades Práticas e o Ensino-Aprendizagem de Ciência(s): Mitos, Tendências e Distorções. *Ciência e Educação. Bauru*, v. 20, n. 3, p. 579-593. Disponível em: [SciELO - Brasil - Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência\(s\): mitos, tendências e distorções Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência\(s\): mitos, tendências e distorções](#). Acesso em 20 dez. 2023.

Brasil. Ministério da Defesa. Central de Ajuda. Disponível em: <https://ajuda.decea.mil.br/base-de-conhecimento/como-decodificar-o-metar-e-o-speci/>. Acessado em 28 de out 2023.

Oliveira, L. L.; Vianello, R. L.; Ferreira, N. J. (2001). *Meteorologia Fundamental*. EdiFAPES, Erechim, 2001.

Campos, M. C. C.; Nigro, R. G. *Didática de Ciências: O Ensino-Aprendizagem como Investigação*. São Paulo: FTD, 1999.

Carmo, E. L. I.; Reboita, M. S.; Marques, R. (2023). Evolução Temporal das Variáveis Atmosféricas associadas a Casos de Frentes Frias Fortes em Cuiabá, MT, entre 1996 e 2015. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/256057/43384>. Acessado em 10 de dez de 2023.

Krasilchik, M. P. (2008). *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp.

Machado, N. G.; Biudes, M. S.; Querino, C. A. S.; Danelichen, V. H. M.; Velasque, M. C. S. Seasonal and Interannual Pattern of Meteorological Variables in Cuiabá, Mato Grosso State, Brazil (2015). *Revista Brasileira de Geofísica*, Vol. 33, p. 477-488; Disponível em: <https://www.sbgf.org.br/revista/index.php/rbgf/article/download/949/366>. Acessado em 10 de dez de 2023.

Mendonça, F.; Danni-oliveira, I. M. D. (2007) *Climatologia: Noções Básicas e Climas do Brasil*. Editora Oficina de Textos. São Paulo.

Ministério da Defesa Comando da Aeronáutica. *FCA 105-3: Códigos meteorológicos METAR e SPECI*. 2012. Disponível em <http://dca.iag.usp.br/material/ritaynoue/aca-0522/referencias/manual%20METAR.pdf>. Acessado em 28 out 2023.

Trópia, G. B. A. Relações dos alunos com o aprender no ensino de biologia por atividades investigativas. 2009. 202 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – *Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis*, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/93177/266452.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 31 jul. 2012.

Varejão-Silva, M. A. (2006). *Meteorologia e Climatologia*. Versão Digital 2, Recife.

Vidal, L. A.; Paulo, S. R.; Paulo, I. J. C.; Nogueira, J. S. (2011). Climatologia de Frentes Frias em Cuiabá. In Editora Baraúna. Coletânea Física Ambiental volume 1 (p.105-117), São Paulo.

Vidal, L. A.; Tavares, A. S. O. (2020). Ensino de Sistemas Meteorológicos que Afetam a Climatologia de Cuiabá. *Experiências em Ensino de Ciências*. v.15. Nº1. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/497>. Acessado em 10 de dez de 2023.

Ynoue, R. Y.; Reboita, M. S.; Ambrizzi, T.; Silva, G. A. M. (2017). *Meteorologia Noções Básicas*. Editora Oficina de Textos. São Paulo.

Zompero, A. F.; Laburu, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/34725>. Acesso em: 20 dez. 2023.