

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAR O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Márcio Leandro Rotondo

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia/UFU. Professor do Instituto Federal do triângulo Mineiro/UFTM. E-mail: marciorotondo@gmail.com

Débora Coimbra

Doutora em Física pela Universidade Federal de São Carlos/UFSCar. Professora Associada da Universidade Federal de Uberlândia/UFU. E-mail: debora.coimbra@ufu.br

Milton Antônio Auth

Doutor em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. Professor da Universidade Federal de Uberlândia/UFU. E-mail: auth@ufu.br

Resumo: Esse trabalho apresenta uma sequência didática que aborda as unidades de base do Sistema Internacional de Unidades, tendo como pano de fundo o tema poluição, particularmente, a luminosa e o descarte de plástico. A proposta pedagógica é baseada na Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau e foi aplicada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, em uma escola pública da cidade de Franca/SP. São apresentadas situações em que, partindo de problemas cotidianos por meio de investigações, os alunos estabelecem estratégias de resolução mobilizando habilidades cognitivas necessárias para fazer estimativas, quantificar, generalizar procedimentos, mas também de tomada de decisão e de negociação de significados. As situações problema foram elaboradas e desenvolvidas, alternando entre situações adidáticas e didáticas, de acordo com as cinco fases preconizadas pela teoria, que são: devolução, ação, formulação, validação e institucionalização. Os resultados apontam uma boa adesão dos estudantes na execução das tarefas e discussões, explicitados em recortes que mostram momentos de ampla utilização do raciocínio lógico. Resultante das estratégias de questionamento implementadas, pudemos identificar ao longo do processo uma crescente utilização de habilidades de argumentação, bem como da compreensão das unidades e da problemática como um todo.

Palavras-chave: Ensino de Física, Metrologia, Teoria das Situações Didáticas.

A DIDACTIC SEQUENCE TO APPROACH THE INTERNATIONAL SYSTEM OF UNIT

Abstract: This work reports a didactic sequence to approach the basic units of the International System of Units having pollution as a background, particularly due to light and plastic disposals. The pedagogical proposal is based on Guy Brousseau's Theory of Didactic Situations and was applied to a third-year high school class in a Franca/SP public school. Starting from everyday problems, students establish decision-making, negotiation of meanings and resolution strategies through investigations, mobilizing cognitive skills

necessary to make estimates, quantify and generalize procedures. The situations were elaborated and developed switching between adidactic and didactic situations according to five phases recommended by the theory, i.e., devolution action, formulation, validation and institutionalization. The findings pointed out a strong adherence of students to tasks and discussions, identified in excerpts that show wide usage logical reasoning. As outcome of the questioning strategies implemented, we were able to recognize, throughout the process, an increasing use of argumentation skills, as well as an understanding of the units and the problem as a whole.

Keywords: Physics Teaching, Metrology, Theory of Didactical Situations.

INTRODUÇÃO

O Sistema Internacional de Unidades (SI) foi criado na 11^a Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), no ano de 1960. Na atualidade, é um sistema prático, coerente e mundialmente aceito nas relações internacionais, no ensino e nas pesquisas científicas (SBM/SBF, 2019). Historicamente, a consolidação do sistema métrico foi, sem dúvida, um passo qualitativo rumo à racionalização, pela unificação das unidades de medida, e uma grande conquista para uma linguagem universal. Diversos foram os esforços para a padronização, passando por acordos internacionais e a construção de protótipos, as materializações para o metro e para o quilograma (Le Grand K), e desenvolvendo novas tecnologias que passariam a integrar os padrões internacionais de comprimento e de massa. Esse conjunto de decisões e ações permitiu harmonizar, ao longo do tempo, as transações comerciais, as trocas de informações entre os cientistas e facilitou a confecção de peças e componentes para as indústrias (COSTA-FÉLIX e BERNARDES, 2017; KNOTTS, MOHR E PHILLIPS, 2017). São sete as unidades de base que compõem o SI: o metro (comprimento), o segundo (tempo), o quilograma (massa), o ampere (corrente elétrica), o kelvin (temperatura termodinâmica), o mol (quantidade de substância) e a candela (intensidade luminosa).

Na 26^a CGPM, em novembro de 2018, foi instituído que essas sete unidades deveriam ser definidas através de constantes físicas universais e não mais de protótipos, uma vez que esses objetos físicos podem ser danificados pela manipulação humana ou mesmo pela ação do tempo. Além do mais, a utilização dessa forma de definição permite que a indústria e a ciência consigam evoluir na qualidade das medições, reduzindo, assim, os níveis de incerteza nas medidas. Essa maior precisão passou a valer a partir de 20 de maio de 2019. Esse

desenvolvimento foi essencial para o avanço da sociedade, que atualmente demanda padrões de medida cada vez mais precisos. Logo, isso impacta a educação escolar, por se tratar de um assunto relevante para a formação básica dos cidadãos.

No que tange ao ensino de Física, as implicações dessas mudanças nas definições de algumas unidades de medida são consideravelmente mais abstratas, visto que os estudantes devem entender o significado geral das constantes físicas e dos contextos em que essas se encontram inseridas. Para tanto, foi elaborada e desenvolvida uma sequência didática para abordar a padronização de medidas das unidades de base do SI e a operacionalização destas através das problematizações e da resolução em grupo de situações problema.

A motivação inicial para a elaboração dessa sequência foi a constatação quanto à carência de atividades contextualizadas e à negligência dada ao assunto nos livros didáticos. Além disso, as unidades de medidas figuram, usualmente, como critério de atribuição de pontuações em avaliações na prática de muitos professores de Física dos diferentes níveis de ensino.

Pensando em um ensino no qual o estudante é o agente da estruturação do seu próprio pensamento, a sequência foi inspirada na Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau, que preconiza a construção da aprendizagem vinculada a problemas associados à realidade do aluno, a exemplo da poluição. Consideramos esse tema, problematizando a utilização excessiva e sem planejamento do plástico para a quantificação de massa, tempo e comprimento. A curiosidade quanto ao funcionamento da balança utilizada para averiguar a massa, motivou sua desmontagem. A observação cuidadosa e dirigida das partes constituintes permitiu a articulação do seu funcionamento às unidades elétricas e, posteriormente, de medida de temperatura. Na mesma perspectiva, abordamos o problema da poluição luminosa para discutir a unidade de intensidade luminosa e realizar um estudo da distribuição dessa no espaço, considerando o poder de iluminação das modernas lâmpadas LED (*Light Emitting Diodes* – diodos emissores de luz).

Considerando a sequência didática proposta, espera-se destacar a poluição como um dos maiores problemas enfrentados na atualidade. Visa, também, aguçar a capacidade de posicionamento crítico dos alunos e, associar a educação ambiental aos conceitos físicos relacionados à noção de escala, de espaço e de tempo.

A sequência, desenvolvida em seis encontros de duas horas-aula cada, no primeiro semestre de 2019, numa turma de 23 alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Franca/SP, contemplou atividades experimentais, estudos dirigidos de textos, exibição e análise de vídeos e documentário, exposições dialogadas. Na próxima seção, discorreremos sobre algumas publicações nacionais e internacionais, que apresentam propostas para o ensino do SI e o que muda com a nova padronização.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Considerando a existência de inúmeras justificativas práticas e pedagógicas, segundo as quais sistemas de unidades são mais adequados ou inadequados para a verificação e análise de inferências, Hsu e Hsu (2012) discutiram e revisaram as unidades básicas do SI, incluindo definições para cada uma das sete em termos de uma única unidade. Considerando o sistema de unidades naturais (aquele que iguala a velocidade da luz e a constante de Planck reduzida a 1), os autores classificam a dependência das constantes universais em relação às unidades como dependentes ou não das mesmas. Os autores concluem que as unidades naturais encerram um significado físico profundo, não constituindo mera conveniência de cálculo; além disso, as classificadas como independentes das unidades são verdadeiramente fundamentais, no sentido de terem valores que manifestam características inerentes do universo.

Knotts, Mohr e Phillips (2017) explicam o novo SI, justificando as mudanças, e propõem um programa de estudos para uma transposição didática que privilegie os fenômenos que subsidiam as novas definições, como o Efeito Hall Quântico, o Efeito Josephson, o desdobramento hiperfino e as medidas de temperatura, de recuo de átomos e de espaçamento em redes cristalinas. Sugerem para os professores do Ensino Médio, ainda nesse itinerário, um aprofundamento no conhecimento da história das unidades e da determinação das constantes físicas. Dincer e Osmanoglu (2018) investigaram o conhecimento e as dificuldades dos futuros professores de ciências (73 participantes, 55 mulheres e 18 homens de uma universidade turca, no ano acadêmico 2016-2017) em relação às conversões de unidades métricas de comprimento, área, volume e massa, utilizando um teste padronizado. A baixa performance identificada foi considerada resultado preocupante pelos pesquisadores,

particularmente a utilização de prefixos como giga e nano, frequentemente utilizados nos aportes tecnológicos atuais. Giunta (2019) expõe implicações da revisão das unidades de base do SI para o ensino de Química, considerando aspectos relativos às incertezas experimentais.

Alves e Granjero (2018) catalogaram Recursos Educacionais Abertos (REA), realizando o levantamento de todos os recursos educacionais relacionados no Banco de Objetos Educacionais (BIOE) a partir da pesquisa dos termos metrologia, medição e unidade de medida, além da pesquisa por materiais no site do INMETRO. Os autores identificaram recursos digitais disponíveis para uso imediato, destacando a importância de bancos e plataformas digitais que contém materiais educacionais exclusivos para a disseminação de informações científicas e para aprimorar as categorias de classificação desses materiais.

No âmbito nacional, Godoi e Figueirôa (2008) propõem um plano de ensino interdisciplinar de cinco aulas como contraponto à abordagem pautada na memorização e na conversão de unidades corriqueiramente presente nas escolas. As autoras destacam que o SI resultou de um processo histórico de negociação de significados e contextualizam a adoção do sistema métrico decimal no país, subsidiadas na literatura pertinente, com ênfase para a rejeição aos novos padrões expressa no episódio da Revolta do Quebra-Quilos ocorrida em Pernambuco, em 1874, que adiaria a implementação do sistema no Brasil do Segundo Reinado. Dentre as atividades, recomendam a realização de um levantamento, pelos estudantes, de padrões de medidas não convencionais utilizados no cotidiano, como o empregado na venda do pão francês, que a partir de 2006 passou a ser vendido por quilograma, ao invés de unidades. Essas autoras sugerem, ainda, visitas virtuais aos sites dos museus do INMETRO e do IPEM (Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo).

Souza et al (2012) abordam a origem e a importância das medidas de grandezas no Ensino de Física para o Ensino Médio e as habilidades preconizadas no Parâmetros Curriculares Nacionais para esse nível. Eles analisam a articulação conjunta de vídeos, simulações e aulas experimentais implementadas junto a uma turma de primeiro ano de uma escola pública de Ouro Preto/MG. Na mesma perspectiva dos trabalhos anteriores, Brito (2015) explora, junto a uma turma de primeiro ano de uma escola pública de Boqueirão/PB, a importância das medidas na história da humanidade e a relação das unidades com outras usadas no cotidiano dos alunos. Corrêa (2015) detalha como o conhecimento do Sistema Métrico Decimal foi difundido no Pará e como este foi introduzido nos currículos à época.

Damaceno et al (2018) elaboram, para fins didáticos, o experimento denominado Balança de Watt utilizado para padronizar a unidade de massa.

Ainda, os autores desse trabalho analisaram os livros de Física aprovados no Programa Nacional do Livro Didático de 2018 (ROTONDO e COIMBRA, 2020), considerando o primeiro volume de cada coleção, usualmente indicado para o primeiro ano do ensino médio. Duas das doze obras aprovadas contemplam adequadamente os itens selecionados como critério de análise, a saber: se há um capítulo ou seção específica abordando o SI; se as ilustrações estão articuladas com o discurso textual; se há a proposta de atividades experimentais e, ainda, a quantidade de exercícios propostos. Quanto à sugestão de experimentos, considerados pelos autores essenciais para a compreensão da importância da precisão e da padronização das medidas, está presente em sete das obras. Quatro livros não apresentam exercícios e, nos demais, os exercícios (em torno de uma dezena) contemplam conversão de unidades, incerteza nas medidas e Algarismos significativos. Quatro obras não apresentam ilustrações coerentes, aparecendo de forma escassa nas demais.

Em relação à presença da unidade candela nos exemplares do terceiro volume dessas mesmas obras, apenas uma delas (GASPAR, 2016) faz referência à unidade no Manual do Professor, nos comentários e orientações do Capítulo 6, que aborda potência elétrica, associação de resistores e resistividade. No início desse capítulo, o autor apresenta dois modelos de lâmpadas incandescente, destacando a importância histórica dessa invenção. No Manual do Professor, o autor cita a vela como medida da iluminação que as lâmpadas produzem e comenta sobre a candela, como a unidade de medida de intensidade luminosa no SI. Associa, também, a ilustração de uma lâmpada incandescente brilhante como uma ideia genial, amplamente difundida.

No que tange à dinâmica de elaboração e desenvolvimento da sequência, recorreremos à Teoria das Situações Didáticas (TSD), desenvolvida por Guy Brousseau, uma vez que essa possibilita ao professor provocar rupturas em relação ao conhecimento cotidiano que o aluno traz previamente para a sala de aula, fazendo com que os mesmos transcendam o fato, a intuição, o empírico (BRUM e SILVA, 2016).

Segundo Pinto (2000), na perspectiva epistemológica, a TSD é um direcionamento para a matemática da noção de obstáculo proposta por Bachelard (1996). O autor aponta que os professores de ciências,

Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996, p. 23).

Nesta perspectiva, sobre a noção de obstáculo epistemológico, Bachelard (1996) afirma que este aparece no âmago do próprio ato de conhecer, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos – podendo ser a causa de inércia e de regressão em busca do conhecimento. Para ele, a noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação. Neste âmbito, vale salientar que “o obstáculo aparece no momento da constituição do conhecimento sob a forma de um “contrapensamento”; posteriormente, como “parada do pensamento”, isto é, como uma resistência ou inércia do pensamento ao pensamento” (JAPIASSU, 1986, P. 36).

Brousseau retoma essa ideia de Bachelard ao evidenciar que os obstáculos didáticos surgem por alguma ação educativa, didática ou do sistema educativo, ou seja, uma ação do professor que possibilite uma interpretação errada como consequência das relações escolhidas para serem trabalhadas com um determinado conceito (BRUM e SILVA, 2016). Contudo, é importante ressaltar a necessidade de identificar os obstáculos, como ação intencional do professor, para, posteriormente, preparar sequências que propiciem a superação daqueles.

Assim, a TSD tem como propósito criar situações que abordem um obstáculo conhecido, em relação a um conhecimento específico, o qual gere a necessidade de desenvolver ou construir novos conhecimentos (JESSEN e WINSLOW, 2017). Essas situações são modeladas por um ou mais sistemas que determinam um conhecimento ou um saber, uma vez que:

Uma situação é caracterizada em uma instituição por um conjunto de relações e de papéis recíprocos de um ou vários sujeitos (aluno, professor, etc) com um *milieu*, visando à transformação deste *milieu* segundo um projeto. O *milieu* é constituído de objetos (físicos, culturais, sociais, humanos) com os quais o sujeito interage numa dada situação (BROUSSEAU, 2010, p. 2, tradução nossa)

Desta forma, o professor tem a responsabilidade de propor situações que propiciem aos alunos o aprendizado, pois ele seleciona o *milieu* e elabora os problemas, os quais devem levar ao envolvimento dos alunos em sua resolução. Segundo Brousseau (1997, p. 49), o problema escolhido deve ser aceito como um problema na perspectiva dos alunos, de modo a levá-los a refletir, falar e agir, a evoluir por si próprios.

Nesse contexto, o *milieu* é parte importante do processo, pois é o meio/instrumento com o qual o aluno interage para obter novos conhecimentos. Consiste no conjunto formado pelo problema, pelos conhecimentos prévios dos alunos e artefatos como papel, caneta, régua, calculadora, os aplicativos e softwares, etc. Assim, segundo Brousseau,

o aluno aprende adaptando-se a um *milieu* que gera contradições, dificuldades e desequilíbrios, e não como sociedade humana. Este conhecimento, o resultado da adaptação do aluno, manifesta-se por novas respostas que proporcionam evidências de aprendizagem (2002, p. 30).

Para Almouloud (2014), o *milieu* deve ser munido de intenções didáticas, caso contrário será insuficiente para permitir a a aprendizagem de conhecimentos ao aprendiz. Enquanto os alunos estão engajados no problema e exploram o *milieu*, sem a interferência do professor, está caracterizada uma situação adidática. Quando o professor interage explícita e intencionalmente com os alunos, objetivando promover uma aprendizagem específica, a situação é dita didática. De acordo com Azevedo,

A classificação das situações em didática e adidática não traz juízo de valor. Pode-se dizer que ambas as situações são importantes já que têm funções diferentes. A alternância de situações didáticas e adidáticas pode ajudar a atingir um número maior de alunos de uma classe, uma vez que não se consegue envolver todos os alunos o tempo todo (2008, p. 40).

As situações de ensino são organizadas em cinco fases interligadas: devolução, ação, formulação, validação e institucionalização. A primeira fase é a devolução, o ponto de partida, o momento em que o professor apresenta o problema e explica as regras para resolvê-lo. Nesta fase, é importante ter certeza de que os alunos entenderam as regras e são capazes de se envolverem nas atividades pretendidas (JESSEN e WINSLØW, 2017). Também é importante que o problema proposto seja de interesse dos alunos, ou seja, que atinja a maioria.

Já a segunda fase é a da ação, na qual os alunos participam de forma autônoma sobre o problema e o conhecimento e manifestam suas decisões e ações sobre o *milieu*. Nesta fase adidática os

alunos vão elaborar hipóteses para a resolução do problema. O *milieu* tem que ser rico para apoiar o desenvolvimento de alguns conhecimentos pessoais dos alunos sobre o problema a resolver (JESSEN e WINSLØW, 2017). Na terceira fase, a formulação, os alunos vão apresentar o que fizeram na fase da ação, ou seja, as hipóteses e os procedimentos adotados. Sendo assim, “a formulação de um conhecimento corresponderia a uma capacidade do sujeito de retomá-lo (reconhecê-lo, identificá-lo, decompô-lo e reconstruí-lo em um sistema linguístico)” (BROUSSEAU, 1997, p. 7, tradução nossa). O objetivo da fase da formulação é a troca de informações e a comunicação.

Na quarta fase, denominada validação, os alunos testam suas estratégias ou hipóteses contra o *milieu*, ou seja, nesta fase eles verificam se as estratégias utilizadas são viáveis ou se precisam de outra estratégia. “É aquela cuja solução exige que os agentes estabeleçam juntos a validade do conhecimento característico dessa situação” (BROUSSEAU, 2010, p. 3). Por fim, a quinta fase, a institucionalização, é aquela em que o conhecimento pessoal é articulado ao conhecimento institucional. Nesse ínterim, Brousseau (1997, p. 8) destaca que “o levar em conta oficial pelo aluno do objeto do conhecimento e pelo mestre da aprendizagem do aluno é um fenômeno social” e, ainda, “esse duplo reconhecimento é o objeto da institucionalização”.

METODOLOGIA

A sequência didática, concebida segundo a TSD, organizada em seis encontros de duas horas/aula cada, foi aplicada numa turma de 23 alunos¹ do terceiro ano do ensino médio, do turno matutino, de uma escola pública da cidade de Franca/SP. Trabalhamos as unidades de base do SI, cada uma estruturada de acordo com as cinco fases (devolução, ação, formulação, validação e institucionalização).

No primeiro encontro problematizamos o tema Poluição, que consistiu em leitura e discussão de textos sobre o descarte do plástico nos oceanos. A escolha desta temática se deve ao fato do lixo e da poluição constituírem sérios problemas a serem enfrentados no Século XXI. Ainda, nesse encontro, abordamos a padronização da massa e comprimento: relativo à fase da devolução, foram apresentadas aos alunos três pilhas de folhas de papel A4, brancas, com diferentes densidades, e foi perguntado: qual a diferença entre elas?

¹ Todos os pais assinaram o termo de consentimento, permitindo a participação na pesquisa.

A situação problema foi proposta através da questão geradora: como é possível medir a massa de uma folha de papel? Desta maneira, na fase da ação, os estudantes, em pequenos grupos, montaram suas estratégias e/ou esquemas para medir a massa de uma única folha de papel e, na fase seguinte, a formulação, os grupos as apresentaram aos demais alunos da turma. Já na validação, os grupos fizeram os testes, utilizando uma balança digital comercial de cozinha. Por fim, na fase da institucionalização, o professor resumiu os pontos principais e finalizou com a resolução do problema utilizando os conhecimentos construídos durante as fases (cotidiano e científico). O Quadro 1 relaciona as questões geradoras das fases de devolução de cada encontro **E** ao seu *milieu*.

Quadro 1 – Questões da fase de Devolução

E	Questão Geradora da Fase de Devolução	<i>Milieu</i>
1	Como é possível medir a massa de uma folha de papel?	Folhas de papel de diferentes densidades e balança.
2	Qual é a massa de plástico contida em um pacote de absorvente higiênico?	Pacote de absorventes higiênicos e balança.
3	Qual é a quantidade de plástico proveniente de absorventes higiênicos descartados durante a vida fértil de uma mulher (aproximadamente 30 anos)? Qual é a quantidade de plástico proveniente de absorventes higiênicos descartados pela população feminina, em idade fértil, residente no município de Franca/SP, no período de um ano?	Dados do IBGE da população de Franca/SP e calculadora.
4	Como é feita a calibração de uma balança?	Balança desmontada, papel milimetrado e régua
5	Como é feita a calibração de uma escala termométrica?	Papel milimetrado e régua.

6	Por que utilizamos iluminações diferentes e disposições/altura diferentes em cada ocasião? O que acontece ao sobrepormos duas ou três cores?	Imagens reais de iluminação de alguns pontos da cidade de Franca/SP Lâmpadas RGB de LED
---	---	--

Fonte: O autor (2019).

Tendo em vista a questão do segundo encontro (Quadro 1), os alunos, em pequenos grupos, montaram estratégias ou esquemas para medir a massa de plástico contida em um pacote de absorvente higiênico, apresentando na realização das fases seguintes, a formulação e a validação, suas estratégias e hipóteses, as quais foram testadas utilizando o *milieu* e uma balança digital de cozinha. Por fim, na fase da institucionalização, o professor resumiu as ideias e os resultados dos grupos, associando a determinação da massa de plástico a dois procedimentos: a medida direta de uma quantidade maior de cada parte plástica e, depois, a contabilização delas para o conjunto. Finalizou com a exibição do documentário *Precisão: a medida de todas as coisas – massa e mol²*, sendo discutida a importância da padronização das medidas, o protótipo Le Grand K e sua atual deterioração e as relações entre massa e mol, tradicionalmente delegadas à disciplina de Química nos anos anteriores do ensino médio.

O terceiro encontro foi iniciado com o estudo dirigido de um texto sobre medidas de tempo ao longo da história e, posteriormente, os estudantes assistiram um trecho da série *The Big Bang Theory* (quarto episódio da primeira temporada), o qual, de forma bem-humorada, discutiu a periodicidade da menstruação ao longo da vida fértil e a estimativa da quantidade total de absorventes higiênicos. As questões geradoras, apresentadas no Quadro 1 referentes a esse encontro foram propostas para considerar a questão da escala. Sobre a necessidade do trabalho com quantidades para aprendizagem em ciências da natureza, Angotti (1991, p. 142) afirma que “não se trata de aborrecer alunos com “cálculos e continhas intermináveis”, mas de lutar com eles para adquirirem a capacidade de estimar, dimensionar com relativa precisão”. Utilizando o *milieu*, os estudantes testaram suas estratégias para a resolução do problema e, na fase da institucionalização, o professor sintetizou os pontos principais e finalizou com a

² Vídeo acessado em 10 abril de 2020, no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=O11YjZYJV6U&t=5s>.

discussão do documentário *Precisão: a medida de todas as coisas – tempo e distância*³. Neste documentário foram analisadas, detalhadamente, as unidades de tempo (segundo) e de distância (metro) e sua determinação em relação às dimensões da Terra.

No quarto encontro tratamos da padronização de corrente elétrica. Uma balança digital comercial de cozinha foi desmontada para oportunizar a visualização de suas partes. O professor apresentou a ponte de Wheatstone e explicou seu funcionamento considerando a associação de resistores, conteúdo usualmente tratado nesse ano do ensino médio e que a turma estudou no bimestre anterior. Abordou, também, sensores de carga, extensômetros e tipos de gráficos, juntamente com suas propriedades. Para formular e testar estratégias de resolução da questão geradora (Quadro 1), os grupos construíram gráficos utilizando calculadora e papel milimetrado. Na institucionalização, o professor solicitou a comparação visual dos resultados, solicitando que um grupo descrevesse o gráfico do outro, e destacou as curvas e as características dos gráficos plotados, ressaltando a relação linear entre a tensão elétrica e a massa utilizada para a calibração de uma balança.

No quinto encontro, sobre a padronização das medidas de temperatura, buscamos mostrar a dependência linear da variação da temperatura com a expansão do líquido na coluna do termômetro, de forma análoga à discussão realizada no encontro anterior. Esse encontro iniciou com a leitura dirigida de um texto sobre o assunto, tendo em vista a questão: como são definidas as escalas de temperatura? Os alunos trabalharam conjuntamente na resolução gráfica do problema proposto, utilizando uma calculadora e folhas de papel milimetrado. Na fase da institucionalização, como no encontro anterior, o professor reuniu as ideias e os resultados, explicitando a importância da relação linear entre as grandezas. Finalizando, analisamos trechos do documentário *Zero absoluto - a conquista do frio*⁴, por meio dos quais foi possível discutir a história da determinação de pontos de fusão cada vez menores.

O sexto encontro foi dividido em duas etapas. Na primeira, a fase da devolução foi implementada apresentando imagens reais de iluminação de alguns pontos da cidade de Franca/SP, como a praça central e o terminal de ônibus (Figura 1) e foi proposta a situação-problema a partir da questão geradora constante no Quadro 1.

³ Vídeo acessado em 10 abril de 2020, no endereço: <https://www.dailymotion.com/video/x6vvcp9>.

⁴ O vídeo pode ser acessado no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=jtLklcHVHic>. Acessado em 10 abr 2020.

Figura 1 – Iluminação de algumas localidades de Franca/SP

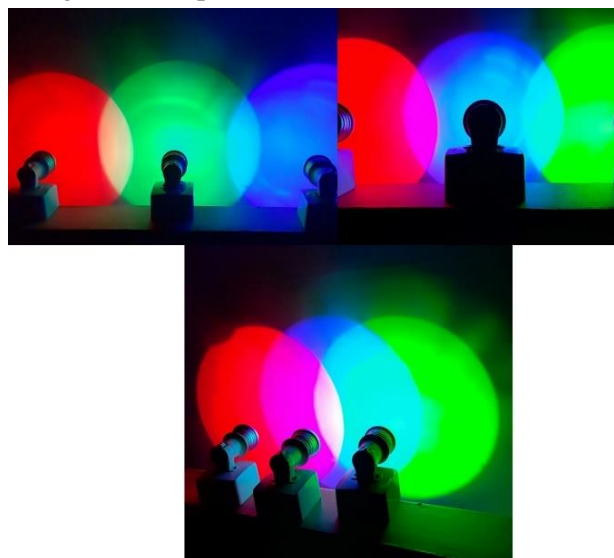


Fonte: O autor (2019).

Um refletor de LED foi utilizado para explorar, experimentalmente, os argumentos dos alunos relacionando a intensidade da luz à distância entre essa fonte e o anteparo (no caso, a parede). Na fase da institucionalização, o professor reuniu as principais ideias e finalizou com a discussão da adequação da intensidade às necessidades de iluminação.

Na segunda etapa desse encontro, foram projetados num anteparo (em uma sala escurecida) três focos de luz: um vermelho, um verde e um azul (Figura 2). Os alunos foram interpelados sobre o que iria acontecer se sobrepuséssemos duas ou três cores (fase de devolução).

Figura 2 – Experimento com feixes monocromáticos



Fonte: O autor (2019).

A Figura 2 mostra fotos da realização do experimento. Nas fases de ação e formulação, os estudantes esboçaram e apresentaram suas hipóteses sobre o que iria ocorrer em cada sobreposição. Utilizando o conjunto de três lâmpadas dicróicas de LED com a realização das sobreposições, as hipóteses foram testadas correspondendo à fase de validação. O professor mostrou as especificações da embalagem das lâmpadas para, na fase da institucionalização, destacar que o olho não é um bom detector para intensidade luminosa, pois essa detecção é dependente da cor da radiação.

Essa pesquisa é de abordagem qualitativa, sendo o estudo subsidiado por dois instrumentos de coleta de dados: as observações, através da filmagem das aulas, bem como a análise documental da produção escrita dos alunos. A filmagem possibilita um registro que permite a investigação a posteriori, explorando mais elementos da situação estudada. O segundo instrumento citado é o registro escrito do roteiro, entregue a cada grupo e recolhido no final da aula, nele constam as respostas das atividades realizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da exploração sistemática das situações didáticas e adidáticas, descritas na seção anterior, foi possível perceber a adesão, o comprometimento e o empenho dos alunos diante dos problemas apresentados, em um processo de ensino e aprendizagem dinâmico, e que considera o conhecimento prévio e a proposição de soluções criativas pelos alunos.

No primeiro encontro, na atividade situação experimental, apenas um dos sete grupos percebeu, desde o início, que, para obter valores confiáveis, era necessário medir a massa de várias folhas de papel, sendo que a medida da massa de uma folha era obtida dividindo o valor total pelo número de folhas. Outro grupo percebeu, em relação às folhas mais finas, que era necessário colocar mais unidades para conseguir realizar a medida. Caso contrário, a leitura da balança oscilava. A última parte desta atividade referia-se a uma comparação entre os valores obtidos por cada grupo. O professor montou uma tabela na lousa (Figura 3) com os resultados de cada grupo, a partir disso os alunos perceberam que as medidas não foram idênticas, mesmo sendo folhas iguais. Essa observação gerou justificativas quanto ao método utilizado por cada grupo e, também, quanto à precisão das balanças.

Figura 3 – Imagem da lousa sintetizando os resultados dos grupos

Grupo	folha 1	folha 2	folha 3
1	10	6	3
2	10	6	2
3	10	7	3
4	10	7	4
5	11	7	4
6	12	9	5
7	10	7	2

Fonte: O autor (2019).

No segundo encontro cada grupo deveria propor um procedimento para obtenção da massa de plástico contida em uma unidade de absorvente e, em seguida, testar o método proposto e sua pertinência para tal tarefa. Com a vivência do encontro anterior, a maioria dos alunos percebeu que se medissem a massa de apenas uma unidade não obteriam um valor preciso, ou seja, perceberam que a balança não conseguia fazer a leitura de apenas uma unidade. Contudo, em um dos grupos, quando perguntado qual é a massa de uma unidade da embalagem de plástico que envolve o absorvente higiênico, um aluno respondeu que a massa era zero, pois foi o que apareceu na balança quando ele colocou uma unidade para fazer a medida. Na fase da formulação, com o intermédio do professor, eles perceberam que era necessário colocar várias unidades de embalagens, conforme ilustrado no diálogo extraído da gravação da aula:

Qual a massa de uma unidade? (professor)

A massa de uma unidade é zero, não deu sinal na balança. (aluno)

E a massa das sete unidades? (professor)

A massa das sete unidades deu sete gramas. (aluno)

Se a massa das sete unidades deu sete gramas, é possível descobrir a massa de uma unidade? (professor)

Sim, podemos dividir as sete gramas por sete e dá uma grama cada unidade da embalagem. (aluno)

Nesse trecho, podemos perceber que o raciocínio lógico confronta a medição direta, mesmo que o aluno verbalize o resultado visualizado na balança. Outra dificuldade

identificada em alguns grupos, na fase da ação, foi pensar em uma maneira prática de medir a massa total de plástico de uma embalagem de absorvente higiênico, para “juntar” as partes já medidas em um todo, a embalagem toda. Neste caso, o professor precisou intervir, na fase da formulação, recolocando a questão até conseguirem um método considerado pelo grupo eficiente.

No terceiro encontro cada grupo deveria fazer uma estimativa da quantidade de absorvente higiênico utilizado por uma mulher (sexo biológico) durante sua vida fértil (aproximadamente 30 anos). Nesta atividade, o professor precisou auxiliar no processo de decisão, principalmente quanto à estimativa da quantidade de absorventes utilizados a cada mês, por cada mulher. Não existe um valor pré-definido para essa quantidade, pois depende do fluxo do espécime em questão. Por isso, essa decisão precisou ser negociada com a sala toda e foi necessário um tempo adicional para justificar as discrepâncias nos resultados. Na sequência, os grupos deveriam fazer uma estimativa da quantidade de plástico descartado durante um período fértil, durante um ano e durante a vida fértil (aproximadamente 30 anos, desconsiderando possíveis períodos de gravidez). Os cálculos realizados da massa de plástico em um pacote de absorvente higiênico serviriam para subsidiar a resolução dos problemas propostos. Ainda, com auxílio de uma tabela com os dados da população do sexo feminino no município de Franca/SP, por grupo de idade, do último censo do IBGE em 2010, os grupos deveriam fazer uma estimativa sobre a quantidade de plástico de absorvente descartada pela população de mulheres (sexo biológico), em idade fértil, residentes no município de Franca, no período de um ano. O professor explicou sobre a curva gaussiana e os alunos concluíram que poderiam utilizar nos cálculos os dados referentes às faixas etárias de 10 a 49 anos disponíveis na tabela. Para a obtenção da quantidade de plástico de absorvente descartado, quatro dos sete grupos não perceberam imediatamente que já dispunham da quantidade de plástico descartado durante um ano (a primeira questão da segunda atividade), porém, não interferiu nos resultados. Os grupos ficaram surpresos em relação às quantidades obtidas (aproximadamente 12 toneladas por ano). A Figura 4 apresenta exemplos dos registros.

Figura 4 – Cálculo da estimativa da quantidade de plástico

12.943	102.919	
13.401	$\times 115,2$	$\approx 11,9 \text{ t. (1ano)}$
14.226	2.05838	
13.701	(10.249) 51.4595+	
2.5245	10.2919++	
+ 23.403	10.2919++	
102.919 mulheres	11.856.268,8 $\div 1000 = 11.856,2688 \text{ Kg}$ (em 1 ano)	

102,919 mulheres
9,6 1 pacote
39 meses período Fertil
1 por mês = 39 meses
11.856,268,8 Kg
11.856 Ton - 358 ton 30 anos

Fonte: O autor (2019).

Por fim, na última parte do segundo encontro, relacionando com o problema apresentado no primeiro encontro, de que parte dos plásticos descartados pela população, de alguma forma, chega aos oceanos e prejudica o habitat marinho, os grupos foram questionados sobre o que pode ser feito para reduzir a quantidade de plástico, proveniente de absorventes higiênicos descartados. Os grupos apresentaram diversas soluções, dentre elas a criação de materiais biodegradáveis, criar lixos próprios (descarte e coleta seletivos), incineração do plástico e, também, o uso do coletor menstrual.

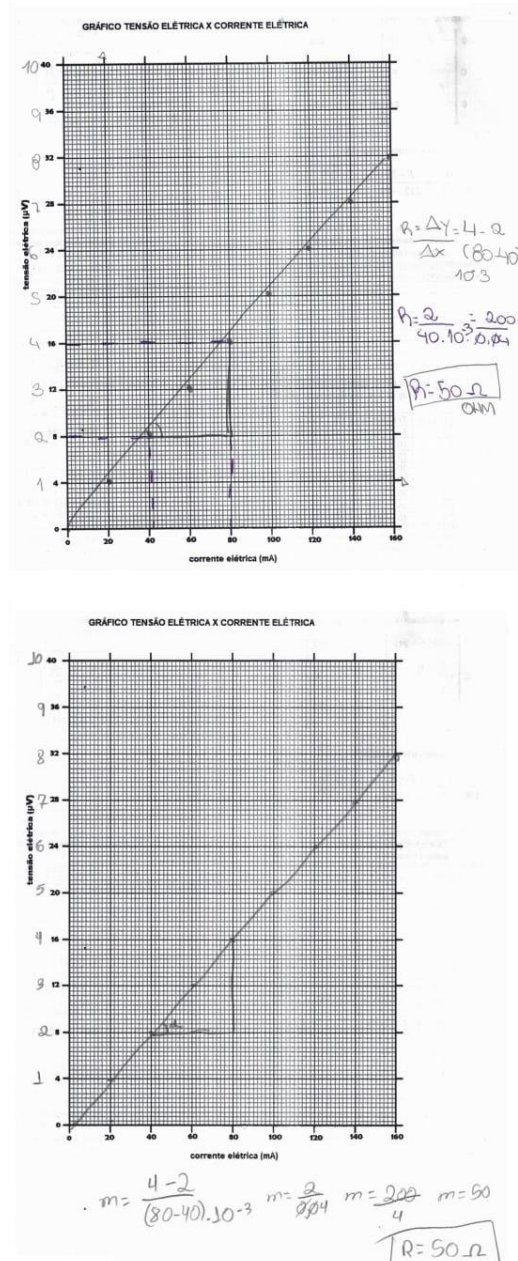
Já no quarto encontro a aula iniciou com a questão: *podemos medir qualquer quantidade de massa com a mesma balança?* As respostas negativas foram unânimes. A adesão evidenciada pelo grupo já era fruto das estratégias de questionamento. Porém, quando o professor questionou se seria possível medir uma grande quantidade de massa com a balança, um dos grupos não soube responder. Na sequência, o professor apresentou, em slides, diferentes tipos de balança, as quais medem diferentes quantidades de massa. Após, o professor perguntou: *como a balança, que nós usamos no nosso experimento, mede a massa?* Ante ao silêncio geral previsto, o professor desmontou a balança e mostrou o sensor. Em seguida, apresentou, com o apoio de slides, o sensor *strain gage* e explicou o seu funcionamento, baseado em uma ponte de Wheatstone. Também explicou os tipos de gráficos com as suas características. Durante a explanação um aluno indagou se o cálculo do coeficiente angular, em um gráfico linear, era similar ao que eles estavam estudando em

matemática, em geometria analítica. O mesmo aluno questionou se em um gráfico linear as grandezas sempre são diretamente proporcionais. O professor respondeu afirmativamente e exemplificou com uma tabela e um gráfico.

Na sequência, o professor perguntou como era feita a calibração de uma balança e solicitou aos grupos, de posse dos valores contidos em uma tabela, que construíssem, em papel milimetrado, um gráfico de *tensão elétrica* \times *corrente elétrica*. Conjuntamente com a sala toda, o cálculo do valor da resistência elétrica, através do coeficiente angular da reta, foi implementado. Em seguida, o professor explicou sobre a calibração de uma balança, que a relação entre a tensão elétrica aplicada e a força que se submete a célula de carga seja linear. Os gráficos da Figura 5 são registros da implementação dos cálculos por dois grupos de estudantes.

O quinto encontro foi iniciado pela leitura e discussão de um texto sobre temperatura, termômetro e escalas de temperatura. O professor levou um termômetro para explicitar o seu funcionamento (dilatação da coluna de álcool) e fez uma questão geradora aos grupos: como é feita a calibração de uma escala de temperatura? O texto já dava uma ideia sobre essa calibração, pois falava da escolha de uma substância termométrica que varia regularmente com a temperatura. Logo, há uma dependência linear e o fator de conversão pode ser feito por meio do teorema de Thales. Na sequência, o professor pediu para os alunos explorarem uma escala arbitrária, na qual tinham estabelecidos os pontos do vapor e do gelo e, também, determinar uma equação de conversão entre essa escala e a Celsius. Para tanto, eles tinham disponíveis os seguintes materiais: lápis, papel, calculadora e papel milimetrado. Nesse momento, em que alguns grupos encontraram dificuldade em chegar à equação de conversão, o professor precisou auxiliar na execução. Contudo, para construir o gráfico das duas escalas e verificar a linearidade, não houve dificuldade. Para finalizar o encontro, foi exibido o documentário *Zero absoluto – a conquista do frio*, que expõe a importância do domínio da tecnologia dos processos de resfriamento para a sociedade, que transformou a forma de viver e trabalhar, através do uso, principalmente, de refrigeradores e aparelhos condicionadores de ar. Essa conquista veio no decorrer de uma disputa entre grandes grupos científicos.

Figura 5 – Gráfico de Tensão Elétrica vs. Corrente elétrica em papel milimetrado



Fonte: o autor (2019).

O sexto encontro, no qual foi trabalhada a padronização da intensidade luminosa, foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa, foram apresentadas aos alunos três imagens de iluminação de alguns pontos da cidade de Franca, sendo eles: terminal de ônibus, praça central e iluminação de uma rua, com disposições/altura diferentes em cada caso. Diante dessas imagens, o docente perguntou acerca de quais seriam as diferenças entre as iluminações.

Todos os grupos do terceiro ano responderam frases como: *umas são mais fortes que as outras, as lâmpadas não são iguais e a cor e a quantidade de lâmpadas mudam*. Na segunda e na terceira questão, quando perguntados o que aconteceria se afastarmos/aproximarmos um refletor de LED da parede, todos os grupos responderam no sentido que se afastarmos o foco aumenta e a intensidade diminui, assim como, se aproximarmos o foco diminui e a intensidade aumenta.

Na segunda etapa, foram projetados num anteparo de três feixes de luz, um vermelho, um verde e um azul, do mesmo tipo de lâmpada, com a mesma potência e a mesma distância da parede, e foi perguntado aos grupos qual cor teria maior intensidade. Todos os grupos responderam que era o feixe de luz vermelho. Neste momento, o professor explicou que o olho humano não é um bom detector de intensidade e mostrou que as especificações das lâmpadas eram iguais, portanto, tinham a mesma intensidade.

Na segunda questão foi perguntado o que aconteceria se sobrepuséssemos dois ou três feixes de diferentes cores. Apenas um grupo acreditava que não ocorreria nada, os outros responderam que uma cor iria misturar à outra. Posteriormente, foram feitos testes de sobreposição de cores, na fase de validação. Os estudantes não indicaram os nomes das cores (magenta e ciano). No momento da institucionalização, o docente destacou que essa composição cromática é diferente da de pigmento e que ela ocorre nas telas dos eletrônicos, como televisores, celulares, tablets e computadores.

Como no trabalho de Godoi e Figuerôa (2008), a negociação de significados constituiu uma base fundante para todas as aulas, seja no interior dos grupos, seja entre o professor e a turma toda. Implementamos em momentos apropriados aulas experimentais, desde à realização dos roteiros pelos grupos até a representação gráfica e em forma de tabelas, num diálogo recorrente, em consonância ao trabalho de Souza et al (2012). Esses autores valorizam a articulação conjunta desse tipo de aula e a exibição de vídeos; nesse último caso, optamos por vídeos de entretenimento para fomentar as fases de devolução e documentários para as de institucionalização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na escola básica brasileira os conteúdos ambientais estão tradicionalmente associados aos estudos de ecologia, no cerne da disciplina Biologia. O processo comunicativo da divulgação científica tem tornado essas informações acessíveis em diferentes mídias. No entanto, ter acesso à informação não significa ter a compreensão e a consciência crítica desta ou ser sensibilizado pela mesma, pois em si ela não contempla a dimensão do social humano. Ou seja, de que estamos inseridos em comunidades locais e na sociedade globalizada, sendo diariamente confrontados com o desafio ético de lidar com o outro. Se quisermos mudar os rumos do nosso planeta necessitamos de cidadãos críticos, conscientes e aptos a resolver problemas e essa demanda é da escola como um todo, não da iniciativa isolada de uma ou duas disciplinas específicas.

Fundamentado na Teoria das Situações Didáticas, elaboramos uma sequência didática para abordar as unidades de base do SI, tendo o tema poluição como pano de fundo. Nossos encontros contemplaram o estudo dirigido de textos abordando a utilização excessiva e sem planejamento de plástico e como o descarte inapropriado desse material contamina os oceanos. Nos diálogos realizados, ficou evidente que alguns alunos pensavam que o plástico que chega ao oceano fosse proveniente apenas das cidades litorâneas, uma flagrante manifestação da máxima sartreana “o problema são os outros”. Quando estudamos a poluição luminosa, vários alunos expressaram não imaginar que existisse esse tipo de poluição e que prejudicaria os animais.

Essas manifestações evidenciam que o ensino focado em aulas expositivas, tendo o livro didático, em muitos casos, como única ferramenta, restringe o papel do professor ao cumprimento de currículos “mínimos” governamentais e direciona o ensino para uma abordagem focada na memorização de nomes, termos e conteúdos completamente desconectados com a realidade dos alunos (STORTTI et al., 2019). Isso não contribui para uma formação que valorize posturas de assumir as responsabilidades individuais e coletivas. Como comentado anteriormente, o conteúdo físico referido é negligenciado nos livros didáticos e nas aulas, ainda que muito valorizado nas provas.

A sequência proposta primou pela negociação de significados e pela tomada de decisões, e as situações-problema objetivavam mobilizar as habilidades cognitivas necessárias

a fazer estimativas, quantificar, generalizar procedimentos. O compromisso com a aprendizagem permitiu o acesso ao conteúdo de forma significativa, mas a metodologia demandou que o aluno compartilhasse suas conjecturas e estratégias e, simultaneamente, ouvisse respeitosamente as manifestações dos colegas dos outros grupos. À medida que a estratégia era recorrente nos encontros, a participação foi sendo intensificada e as respostas dos grupos sendo mais bem elaboradas.

Reinventar a prática docente, estabelecendo conexões com elementos culturais, afetivos, sociais e contextuais permite espaços “entre” e no ensino, que inventam e disputam outras maneiras singulares de funcionar e que podem desmistificar o “outro”, concorrendo para a transcendência da perspectiva individual rumo à coletiva.

REFERÊNCIAS

ALMOULOU, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Editora da UFPR, 2014.

ALVES, L. S.; GRANJEIRO, J. M. Development of digital Open Educational Resource for metrology education. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1044, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1044/1/012022>

ANGOTTI, J. A.P. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e ensino de ciências**. 1991. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991. Doi: 10.11606/T.48.1991.tde-20052015-095531. Acesso em: 12 out. 2020.

AZEVEDO, M. C. P S de. **Situações de ensino – aprendizagem**. Análise de uma sequência didática de física a partir da Teoria das Situações de Brousseau. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, 2008.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. São Paulo: Contraponto, 1996.

BROUSSEAU, G. **La théorie des situations didactiques**, 1997. Disponível em: <http://www.cfem.asso.fr/actualites/archives/Brousseau.pdf>. Acesso em: 22 junho 2019.

BROUSSEAU, G. **Theory of didactical situations in mathematics**. New York: Kluwer academic publishers, 2002.

BROUSSEAU, G. **Glossaire de quelques concept de la théorie des situations didactiques en mathématiques**, 2010. Disponível em: http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf. Acesso em: 22 junho de 2019.

BRUM, W. P.; SILVA, S. C. R. Obstáculos no Ensino de Matemática: o posicionamento de professores de matemática sobre a fonte de obstáculos durante a apresentação do tema probabilidade. **Itinerarius Reflectionis**, Jataí, v. 11, n. 1, 2016. DOI: 10.5216/rir.v11i1.33356

CORRÊA, P. C. Sistema Métrico Decimal no Pará. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, p. 105 – 113, 2015.

COSTA-FÉLIX, R. P B., BERNARDES (org.). A. **Metrologia**: volume 1: fundamentos. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

DAMACENO, L. P. et al. A nova definição do quilograma em termos da constante de Planck. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 3, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0284>

DINCER, E. O.; OSMANOGLU, A. Dealing with Metric Unit Conversion: An Examination of Prospective Science Teachers' Knowledge of and Difficulties with Conversion. **Science Education International**, v. 29, n. 3, p. 174 – 182, 2018.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. 3ª ed. Editora Ática, 2016.

GIUNTA, C. J. What Chemistry Teachers Should Know about the Revised International System of Units (Systeme International). **Journal of Chemical Education**, v. 96, p. 613-617, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00707>.

GODOI, L. C. O.; FIGUEIRÔA, S. F. M. Dois pesos e duas medidas: uma proposta para discutir a natureza do sistema de unidades de medida na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 523-545, 2008.

HSU, L.; HSU, J. P. The physical basis of natural units and truly fundamental constants. **The European Physical Journal Plus**, v. 127, n. 11, 2012. DOI: 10.1140/epjp/i2012-12011-5

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico de 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/franca/pesquisa/23/25888?detalhes=true>. Acesso em 19 de abril de 2019

JAPIASSU, H. F. **Introdução ao pensamento epistemológico**. 4. ed. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1986.

JESSEN, B. and WINSLØW, C. (2017). The theory of Didactical Situations. In WINSLØW, C. (Ed.), **MERIA Practical Guide to Inquiry Based Mathematics Teaching**, pp. 29-42. Disponível em <https://meria-project.eu/sites/default/files/2017-10/MERIA%20Practical%20Guide%20to%20IBMT.pdf> Acesso em 29 de Outubro de 2020

KNOTTS, S., MOHR, P. J.; PHILLIPS, W. D. An Introduction to the New SI. **The Physics Teacher**, v. 55, 2017. DOI: 10.1119/1.4972491

PINTO, N. B. **O erro como estratégia didática**: estudo do erro no ensino da matemática elementar. Campinas, SP: Papirus, 2000.

ROTONDO, M. L.; COIMBRA, D. O Sistema Internacional de Unidades nos livros didáticos de Física do PNL D 2018. **Anais do XI Encontro Mineiro sobre Investigação na Escola – Online**. Uberlândia, 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE METROLOGIA. SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. **O Novo Sistema Internacional de Unidades**. 2019. (Redação e adaptação: Luciana e Sá Alves e Gelson Rocha). Disponível em: http://metrologia.org.br/wpsite/wp-content/uploads/2019/07/Cartilha_O_novo_SI_29.06.2029.pdf. Acesso em 25 mar. 2020.

SOUZA, A. L. et al. A origem e a importância das medidas no ensino de Física para o Ensino Médio: uma abordagem Pibidiana. In: **Anais do III Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, 2012, Ponta Grossa. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/2012/down.php?id=2902&q=1> Acesso em 29 de setembro de 2020.

STORTTI, M. et al Luz, Câmera, Ação e Reflexão: O Cinema Ambiental Freiriano para ver e pensar os Territórios e as Unidades de Conservação. In: TEIXEIRA, P. P.; OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. (orgs.) **Conteúdos cordiais**: biologia humanizada para uma Escola sem Mordça. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.