

APLICAÇÃO DE MICROCONTROLADORES COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA: UM ESTUDO SOBRE OS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA DURANTE O CEK

Crelison Nelson Hermenegildo Alves ¹

Gilvan Francisco da Silva ²

Bruna Izabel da Silva ³

Flávia Portela Santos ⁴

Ana Paula Teixeira Bruno Silva ⁵

RESUMO

O presente trabalho descreve uma proposta metodológica no ensino de Física, baseada na Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly, organizada de acordo com as cinco fases do Ciclo da Experiência Kellyana (CEK). O objetivo principal é apresentar os resultados parciais de uma pesquisa, realizada com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, de uma escola pública estadual, referente aos conceitos de calor e temperatura. Neste estudo é utilizado um experimento tecnológico, que opera com Arduino via porta USB do computador, aplicado durante a terceira fase do CEK. Procurou-se também analisar as concepções dos estudantes sobre as diferenças entre calor e temperatura. A metodologia foi estruturada nas cinco fases do CEK, Antecipação; Investimento; Encontro; Confirmação e Desconfirmação e Revisão Construtiva. A análise dos resultados revelou que a prática experimental aliada ao uso das tecnologias digitais contribui para atrair os estudantes para o estudo dos conceitos físicos, corroborando na evolução das concepções.

Palavras-chave: Ensino de Física, Microcontroladores, Teoria dos Construtos Pessoais.

INTRODUÇÃO

As expressões calor e temperatura são encontradas em diversas situações do cotidiano, apresentando-se várias vezes com o mesmo significado, especialmente entre crianças e jovens, constituindo-se, assim, uma das grandes dificuldades à aprendizagem desses conceitos científicos (SILVA; SILVA FILHO; BASTOS, 2005).

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/UAEADTec, crelisonalves@gmail.com;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/UAEADTec, gilvansilva12@hotmail.com;

³ Graduanda do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/UAEADTec, brunabebela2015@hotmail.com;

⁴ Professora Doutora do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/UAEADTec, flaviaportela.ead@gmail.com;

⁵ Professora Orientadora Doutora do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/UAEADTec, anapaulabruno.ead@gmail.com.

Na visão de Amaral e Mortimer (2001), as ideias sobre as relações entre calor e temperatura, nas concepções de estudantes, estão associadas a maneira como lidamos com esses conceitos no dia a dia. É comum, por exemplo, encontrar alunos utilizando a expressão: faz calor, quando claramente estão se referindo a alta temperatura do ambiente, demonstrando a identificação de um conceito com o outro.

Diferentes estudos apontam a dificuldade de muitos estudantes na aprendizagem de conceitos científicos, devido às concepções alternativas e à não compreensão desses conceitos, quando aplicados em contextos específicos. Os trabalhos (LOUZADA, ELIA; SAMPAIO, 2015; HÜLSENDEGER; COSTA; CURY, 2006; KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2002) são exemplos de pesquisas que foram publicados, ressaltando as relações entre calor e temperatura nas concepções alternativas de estudantes, bem como o desenvolvimento de atividades teóricas e práticas, visando a construção desses conceitos. O ensino de Física, especialmente na educação básica, na maioria dos casos, é apresentado de forma a explorar os conteúdos através da operacionalização de fórmulas e exercícios, sem a realização de atividades práticas e experimentais investigativas, assim como sem o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002, p. 59), a Física, no ensino médio, deve ser apresentada “como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes, tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante [...]”. Além disso, deve promover a introdução à linguagem própria da Física, no uso de conceitos e terminologias, bem como as formas de expressão que envolvam tabelas, gráficos e relações matemáticas. Ainda que essa exposição dos PCN+ reflita o ensino de Física, os pressupostos da Alfabetização Científica precisam estar presentes nesta prática educativa. Nessa linha de ideias, Sasseron (2017, p. 45), destaca que “alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos”. Para Chassot (2018, p. 84) a alfabetização científica é um “conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer a leitura do mundo onde vivem”, entendendo a necessidade de transformá-lo para o melhor.

Visando contribuir para este tipo de educação, este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados parciais de uma pesquisa, baseada em uma proposta metodológica, realizada com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, referente aos conceitos de calor e temperatura. O estudo é realizado através da utilização de um experimento tecnológico, que

opera com Arduino via porta USB do computador. Procurou-se também analisar as concepções desses estudantes sobre as diferenças entre calor e temperatura.

Para o desenvolvimento da proposta, elegeu-se como base teórica a Teoria dos Construtos Pessoais de George Kelly (1955), com ênfase nas cinco fases do Ciclo da Experiência Kellyana (CEK). A Teoria dos Construtos Pessoais (TCP) é uma teoria da personalidade que fornece um referencial capaz de analisar as práticas educativas. A TCP está baseada em uma visão ativa da construção do conhecimento pelo indivíduo, que foi fundamentada em um posicionamento filosófico, denominado de *Alternativismo Construtivo*: “Todas as interpretações do universo, feitas por uma pessoa, estão sujeitas a revisão e substituição” (KELLY, 1963, p.15, tradução nossa). Segundo Bastos (1992), tendo como base essas ideias, as pessoas sempre podem mudar a forma de ver o mundo.

A TCP está estruturada em um Postulado Fundamental e onze corolários. O Postulado Fundamental afirma que: “os processos de uma pessoa são psicologicamente canalizados pelas formas como ela antecipa eventos” (KELLY, 1970, p. 9, tradução nossa). Isso quer dizer que cada pessoa possui maneiras alternativas de perceber os acontecimentos, que ocorrem ao seu redor e de prever eventos futuros. Os onze corolários explicam como as pessoas constroem as réplicas dos eventos, que foram vivenciados e como elas utilizam esses esquemas mentais para se relacionar com os outros eventos (SILVA, 2007).

Nesta pesquisa, utilizou-se o corolário da Experiência, que afirma: “O sistema de construção de uma pessoa muda à medida que ela constrói sucessivamente a réplica de eventos” (KELLY, 1963, p. 72, tradução nossa). Para Kelly (1970), é a partir das experiências e da construção e reconstrução das ideias, que o indivíduo desenvolve sua aprendizagem, processando-se em ciclos, contendo cinco fases: Antecipação; Investimento; Encontro; Confirmação ou Desconfirmação e Revisão Construtiva. Assim, neste trabalho, será apresentada a proposta metodológica e as concepções dos estudantes sobre calor e temperatura, na fase da Antecipação, e a atividade experimental, desenvolvida na terceira fase, o Encontro.

A METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se pela abordagem qualitativa. O estudo vem sendo desenvolvido em uma turma do 2º ano do Ensino Médio, de uma escola pública estadual, localizada no município de Feira Nova – PE. A escola foi escolhida por ser campo de estágio e local onde um dos pesquisadores desenvolve sua prática docente.

Os instrumentos de coleta de dados correspondem a dois questionários. O primeiro questionário aplicado na fase da Antecipação e o segundo que será aplicado na fase da Revisão Construtiva.

Os procedimentos metodológicos baseiam-se nas cinco fases do CEK, ilustradas na Figura 1, que se encontram destacadas a seguir:

Figura 1 – As cinco fases do Ciclo da Experiência



Fonte: Adaptado de Cloninger (1999, p. 428)

1ª Fase – *Antecipação*: O indivíduo inicia as reflexões sobre o evento, o qual irá participar, formulando suas hipóteses. Nessa ocasião, foi aplicado um questionário aos estudantes, que teve o objetivo de identificar as concepções prévias dos mesmos sobre os conceitos de calor e temperatura.

2ª Fase – *Investimento*: O indivíduo, baseando-se na construção das réplicas dos eventos que foram vivenciados, procura investir, buscando mais informações a respeito do tema, de modo que possa contribuir para a construção do seu conhecimento, na próxima fase, o Encontro. Nesta fase, solicitou-se aos estudantes uma pesquisa, extraclasse, na internet e livros sobre os conceitos de calor e temperatura e suas aplicações no cotidiano.

3ª Fase – *Encontro*: O indivíduo se encontra com o evento em si, tendo a oportunidade de refletir sobre as ideias construídas nas duas fases anteriores, a Antecipação e o Investimento. Esta foi

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

vivenciada quinze dias após a Antecipação, na qual os estudantes foram convidados a desenvolver uma atividade experimental, no laboratório de Ciências da escola. A atividade prática consistiu na construção de um termômetro digital e medições realizadas em dois sistemas: água e água+álcool, onde cada evidência observada no experimento era confrontada com o que se esperava intuitivamente pelos estudantes. Os detalhes do experimento são descritos ao longo deste relato.

4ª Fase – *Confirmação ou Desconfirmação*: O indivíduo é levado a rever suas ideias anteriores, a partir da vivência do evento, testando suas hipóteses, que podem ser confirmadas ou refutadas. Esta fase ocorreu durante o desenvolvimento da atividade experimental, na análise do fenômeno físico em estudo.

5ª Fase – *Revisão Construtiva*: O indivíduo tem a oportunidade de rever o que foi vivenciado, podendo essa revisão auxiliar na construção de novos conhecimentos. Esta fase será vivenciada em dois momentos. O primeiro, os estudantes irão participar de uma aula sobre o tema em estudo, com o professor da disciplina de Física, para novas discussões e reflexões. No segundo momento, os estudantes responderão um novo questionário, que tem como objetivo coletar as concepções dos mesmos, após terem vivenciado todo o Ciclo. (Essa quinta fase encontra-se em andamento).

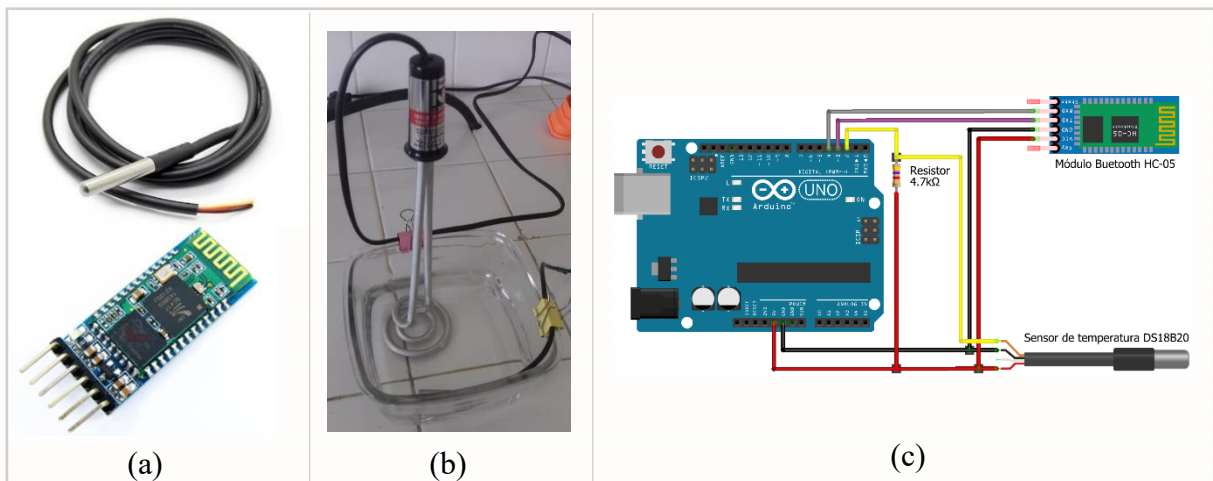
DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO E APARATO EXPERIMENTAL

Na atividade experimental foram realizadas medições em dois recipientes, um contendo apenas água (500 ml) e o outro formado por uma mistura de igual volume, mas constituído de 25% de álcool na água. As medições foram realizadas com um termômetro construído a partir de um sensor de temperatura DS1820 e um módulo bluetooth, ilustrados na Figura 2(a), além de um arduino e um computador. A utilização deste sistema de medição apresenta as vantagens de possuir um amplo alcance de temperatura (-55°C a 125°C), o que permite o estudo de diferentes sistemas, de apresentar precisão de $0,5^{\circ}\text{C}$ quando opera na faixa de -10°C a 80°C , além da aquisição eletrônica de dados, que permite realizar mais medições por intervalo de tempo e facilita o tratamento dos dados medidos. Um estudo mais detalhado da utilização do sensor foi publicado em (VILAR *et al.*, 2015), levado em consideração na programação de aquisição dos dados experimentais.

Durante a aula, o aparato experimental do termômetro foi apresentado, bem como o diferencial da utilização da montagem proposta em detrimento a um termômetro convencional.

Com o aquecimento do recipiente com água feito por um ebulidor (ver Figura 2 (b)), foi possível mostrar como se dá a medição da temperatura e abordar os conceitos de troca de calor, propagação do calor no líquido, temperatura de ebulição e mudança de estado físico do sistema. Após essa prática, o sistema água-álcool foi submetido também a aquecimento e as diferenças entre este e o primeiro experimento foram evidenciadas, sobretudo quanto à mudança no ponto de ebulição nos dois recipientes.

Figura 2 – Montagem do experimento. (a) Elementos utilizados na montagem do termômetro: Sensor DS1820 e módulo Bluetooth; (b) Exemplo da montagem dos sistemas utilizados para medição; (c) Esquema elétrico do aparato de medição realizado no programa fritzing.



Fonte: Elaborado pelos autores

A montagem elétrica do aparato experimental é apresentada no esquema da Figura 2(c), onde são ilustrados o sensor, o arduino e o módulo bluetooth. Após instalação do software do arduino, foi desenvolvido um programa com dois modos de operação a depender do número de sensores de temperatura (DS 18B20) conectados; caso haja apenas um sensor, é feita a leitura da temperatura e o valor será exibido nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin. Quando houver dois sensores de temperatura, estes valores serão exibidos em escala Celsius. Em ambos os modos os dados são enviados pela comunicação serial e via bluetooth, o que permite a visualização dos dados no computador e/ou dispositivo móvel. Ainda no software, foi feita a configuração para se comunicar com o Arduino UNO e o programa foi transferido para o microcontrolador. Através do monitor serial no computador (recurso disponível no software de programação do arduino), foi exibida a temperatura, que é atualizada constantemente.

Esse aparato dispõe da facilidade de poder ser utilizado no *smartphone*, devendo para isso ser instalado o aplicativo Serial USB Terminal⁶ na comunicação serial, ou ainda em qualquer dispositivo móvel usando a tecnologia bluetooth para coletar os dados, devendo ser instalado o aplicativo Serial Bluetooth Terminal⁷, ambos disponíveis no Google Play.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste artigo, a análise será voltada para as concepções dos estudantes, apresentadas na primeira questão do questionário, aplicado na fase da Antecipação do CEK. Para isso, considerou-se as ideias de Bardin (2000) para a análise do conteúdo, tomando como base o método da categorização. Identificou-se os estudantes pelos números 1 a 32, que corresponde ao quantitativo na pesquisa.

No Quadro 1, abaixo, constam as concepções dos estudantes apresentadas na questão 1 do primeiro questionário: “Qual a diferença entre calor e temperatura? Apresente suas ideias nos itens a e b: a) Calor; b) Temperatura”.

Quadro 1. Categorização das respostas referentes à questão 1

Fase da Antecipação							
Calor				Temperatura			
Categorias das Respostas	Estudantes	FR*	%	Categorias das Respostas	Estudantes	FR*	%
Estado de quente e frio	1, 2, 6, 9, 12, 12, 20, 25, 28, 29, 30, 31	12	37,5	Sensação de quente e frio	1, 2, 6, 9, 12, 25, 29, 30, 31	9	28,1
Transferência de temperatura	3	1	3,1	Grau de agitação das moléculas	3, 11, 17, 19, 32	5	15,6
Quantidade de energia	5, 7, 15, 24	4	12,5	Grandeza física (mede corpo quente e frio)	4, 8, 20, 21, 23, 26, 27, 28	8	25
Energia em movimento (trânsito)	4, 8, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 32	9	28,1	Ganho e perda de energia	5, 7, 10, 14, 16, 24	6	18,8
Energia produzida pelo corpo	13	1	3,1	Medida do calor	18	1	3,1
Energia térmica, quando passa de um corpo para outro	19, 21, 23, 26, 27	5	15,6	Variação da temperatura (mudança de estado físico)	22	1	3,1
				Não respondeu	13, 15	2	6,3
Total	-	-	100	Total	-	-	100

*FR – Frequência das Respostas

Fonte: Elaborado pelos autores

⁶ https://play.google.com/store/apps/details?id=de.kai_morich.serial_usb_terminal.

⁷ https://play.google.com/store/apps/details?id=de.kai_morich.serial_bluetooth_terminal.

Na análise do quadro 1, percebe-se que as concepções dos estudantes sobre calor e temperatura aparecem relacionadas com diversos conceitos. Quanto ao conceito de calor, observa-se que a categoria mais frequente foi “estado de quente frio”, destacada por 37,5% dos estudantes. Outras duas categorias que se destacaram foram: “energia em movimento (trânsito)”, correspondendo a 28,1% e “energia térmica, quando passa de um corpo para outro”, totalizando 15,6%. Essas duas categorias foram as que mais se aproximaram do conceito científico. De acordo com Serway e Jewett Jr. (2006, p. 589), “calor é um mecanismo pelo qual energia é transferida entre um sistema e seu ambiente por causa de uma diferença de temperatura entre eles”. As categorias que não se destacaram, contemplam a “transferência de temperatura” e a “energia produzida pelo corpo”. De modo geral, observa-se que a maioria dos estudantes considera calor a “energia”, que se refere a hipótese, mais destacada, no levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, na primeira fase do Ciclo da Experiência Kellyana.

No que se refere ao conceito de temperatura, duas categorias se destacaram, a “sensação de quente e frio” e “grandeza física (mede corpo quente e frio)”, equivalendo a 28,1% e 25%, respectivamente. A terceira categoria “ganho e perda de energia” teve um percentual de 18%. Enquanto que, a quarta, “grau de agitação das moléculas”, atingiu 15,6%. O menor percentual correspondeu a “medida do calor” e “variação da temperatura (mudança de estado físico)”, correspondendo a 3,1%, cada uma. Observa-se, também, neste item, que dois estudantes não responderam, perfazendo um percentual de 6,3%. Para Halliday (2016), o conceito de temperatura refere-se a uma grandeza relacionada à nossa sensação térmica. A medição é feita através do termômetro, instrumento que contém uma substância com alguma propriedade mensurável, que varia de maneira regular quando a substância fica mais quente ou mais fria. Com base nas categorias, apresentadas no quadro 1, os termos quente e frio foram os que mais se sobressaíram nas concepções dos estudantes.

Diante desse quadro, observa-se que os conceitos de calor e temperatura se encontram em processo de construção. Desse modo, na vivência do CEK, com suas cinco fases, Antecipação; Investimento; Encontro; Confirmação ou Desconfirmação e Revisão Construtiva, os estudantes terão a oportunidade de evoluir suas ideias, na construção do conceito científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aquisição de dados via plataforma arduino pode ser aplicada para a leitura de temperatura, para observar sua variação e para realizar o armazenamento dos dados coletados, o que facilita a confecção de gráficos e realização de experimentos quantitativos e de aprofundamento dos conceitos de calor e temperatura. Um possível obstáculo para o desenvolvimento deste kit é a exigência da competência de linguagem e código e suas tecnologias no campo da linguagem de programação usada no arduino. Este, no entanto, pode se tornar um aspecto atrativo para professores e estudantes interessados em tecnologias digitais.

A utilização da prática experimental aliada ao uso das tecnologias digitais mostrou-se uma forte ferramenta didática para atrair os estudantes para o estudo dos conceitos físicos, permitir que eles expressem seus entendimentos em relação à ciência e aguçar a prática investigativa dos fenômenos físicos presentes no cotidiano. Esses aspectos foram observados de forma qualitativa pelo depoimento dos estudantes participantes do estudo.

Em relação à proposta metodológica, baseada nas cinco fases do Ciclo da Experiência Kellyana, da Teoria do Construtos Pessoais, a pesquisa se encontra em andamento, e consequentemente, os dados ainda não foram todos coletados. Ainda assim, durante a aplicação da atividade prática, a apresentação do conteúdo tornou-se dinâmica e participativa, de forma que os conceitos pré-concebidos pelos estudantes iam sendo discutidos e corrigidos de forma interativa. Dessa forma, espera-se que esta proposta traga contribuições relevantes para o processo de ensino e aprendizagem, na construção do conceito científico.

REFERÊNCIAS

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v.1, n.3, set/dez, 2001.

BASTOS, H. F. B. N. **Changing teachers' practice: towards a constructivist methodology of physics teaching**. 1992. 420 f. Tese (Doutorado em Educação) - - Departament of Educational Studies, University of Surrey, Guildford, Inglaterra, 1992.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2018.

CLONINGER, S. C. **Teorias da personalidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

HALLIDAY, D. *et al.* **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HÜLSENDEGER, M. J.V.C.; COSTA, D. K.; CURY, H. N. Identificação de concepções de alunos de ensino médio sobre calor e temperatura. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática - Acta Scientiae**, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 1. Jan./jun., 2006.

KELLY, G. A. **A theory of personality: the psychology of personal constructs**. New York: Norton, 1963.

KELLY, G. A. A brief introduction to personal construct theory. In: BANNISTER, D. (Org.). **Perspectives in personal construct theory**. London: Academic Press, p. 1-29, 1970.

LOUZADA, A. N.; ELIA, M. F.; SAMPAIO, F. F. Concepções alternativas dos estudantes sobre conceitos térmicos: um estudo de avaliação diagnóstica e formativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 1, ago, 2015.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2017. p. 41- 61.

SERWAY, R. A.; JR. JEWETT, J. **Princípios de física: movimento ondulatório e termodinâmica**. São Paulo: Thomson Learning Edições, 2006.

SILVA, A. P. T. B. **Investigando as concepções sobre força durante o ciclo da experiência kellyana**. 2007. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, PE, 2007.

SILVA FILHO, A. J.; SILVA, A. P. T. B.; BASTOS, H. F. B. N. **A fragmentação dos conceitos de calor e temperatura em situações do cotidiano**. CD-ROM, In: I Jornada da Pós-Graduação em Ensino das Ciências. Recife: Anais, UFRPE, 2005.

VILAR, A. B. *et al.* Medição de temperatura: o saber comum ignorado nas aulas experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 2507-1 a 2507-5, jun, 2015.