

EFEITOS DO AMBIENTE TÉRMICO NO CONFORTO E DESEMPENHO: UM ESTUDO EMPÍRICO NUMA ESCOLA SECUNDÁRIA

Mário Talaia¹

1 Introdução

Para alguns observadores da sociedade, de diferentes países, tem-se tornado interessante conhecer o alinhamento de uma determinada escola em termos de desempenho num perfil nacional ou regional, como tem sido o caso das avaliações independentes e conduzidas por entidades idóneas, como a OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development OECD). Em Portugal, o Ministério da Educação está atento a esta problemática e tem vindo a disponibilizar indicadores de avaliação. De acordo com a DGEEC (Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência, Decreto Regulamentar n.º 13/2012, de 20 de janeiro) foram disponibilizados indicadores gerais da educação, divididos por nível de ensino e ciclos de estudo, que permitem obter uma ideia geral da organização e dimensão do sistema educativo português.

No entanto é de sublinhar que os indicadores podem não mostrar rigorosamente o que se passa em cada escola, como por exemplo a inclusão de estudantes com necessidades especiais, a pobreza ou falta das mesmas oportunidades e uma educação humanista em que os estudantes desenvolvem atitudes para servir altruistamente a construção de uma sociedade alicerçada também em valores morais. Pode-se acrescentar que desenvolver projetos de cidadania, serviço social, trabalho cooperativo, formação artística, desporto e respeito pelo corpo e saúde física pode não ser suficiente. O Serviço de Acção Social Escolar (SASE) apoia estudantes com subsídios de estudo em diferentes aplicações, nomeadamente, apoio alimentar, aquisição de livros, aquisição de materiais escolares e atribuição de bolsas.

Roberto Carneiro, ex-Ministro da Educação do XI Governo Constitucional de Portugal de 1987 a 1991, afirmou que apesar de reconhecer a utilidade dos rankings alertou para o risco de juízos falaciosos que podem resultar das avaliações. Disse que uma escola não é um mero competidor para ocupar um lugar de relevo em campeonatos nacionais ou internacionais e que as melhores escolas são aquelas que gozam de lideranças de serviço capazes de entusiasmar os professores, de inflamar os estudantes e famílias fazendo com que se sintam aliados efetivos da aventura escolar, e de criar ou proporcionar contextos educativos “amigos” da inovação e da vivência de uma autêntica confiança entre os parceiros do processo educacional. Acrescentou que uma escola mergulhada num contexto sociocultural e económico desfavorável tem uma

¹ Departamento de Física – Universidade de Aveiro: 3810-193 - Aveiro, Portugal. E-mail: mart@ua.pt.

maior dificuldade em ocupar lugares cimeiros nos rankings. O Ministério da Educação com um manancial de informação estatística manifestamente superior ao de qualquer outra entidade pode e deve definir a política educativa.

Um olhar sobre as escolas que se mantêm esquecido é fazer-se tábua rasa ao ambiente térmico que se regista no interior de uma sala de aula, local onde são praticados o ensino e a aprendizagem. Nesses espaços os estudantes são condicionados a um ambiente térmico frio, neutro e quente e é com base nas condições termohigrométricas registadas que se constrói conhecimento científico e desenvolvem-se competências. É neste contexto que este trabalho se desenvolve numa perspetiva de contribuir para a valorização do tipo de ambiente térmico que afeta diretamente o tipo de vestuário usado e os resultados de avaliações dos estudantes. Estes deverão ser indicadores acrescidos a serem valorizados, em futuras avaliações de ranking de escolas. Para a construção do algoritmo global com as percentagens de contribuição de cada item sugere-se que seja da responsabilidade de uma comissão aprovada pelo Ministério da Educação, com inclusão de especialistas com experiência comprovada e demonstrada em cada item.

Neste contexto, apresentam-se alguns aspetos que determinam o tipo de ambiente térmico e a importância do seu estudo na vida de um ser humano. A problemática de ambiente térmico permite conhecer se um indivíduo (um estudante) se encontra em conforto térmico num espaço, como por exemplo no interior de um compartimento de uma casa, nos locais de trabalho, numa sala de aula numa escola ou no exterior de um edifício. A American Society of Heating Refrigeration and Air Conditions (ASHRAE) define o conforto térmico como o estado de espírito em que o indivíduo expressa satisfação em relação ao ambiente térmico (ISO 7730, 2005; ASHRAE 55, 2004). Esta definição implica um certo grau de subjetividade e pressupõe a análise de dois aspetos: aspetos físicos inerentes ao ambiente térmico e aspetos subjetivos inerentes ao estado de espírito do indivíduo. Num ambiente térmico a satisfação de todos os indivíduos é uma tarefa “quase” impossível, pois um ambiente termicamente confortável para um indivíduo pode ser desconfortável para outro. Assim, um ambiente térmico deve satisfazer o maior número de indivíduos, no mesmo local.

O conforto térmico é obtido quando um indivíduo está numa condição de equilíbrio energético com o ambiente térmico que o rodeia. Por exemplo, Costa *et al.* (2011) mostraram em condições de extremo desconforto térmico que indivíduos podem revelar diversos efeitos físicos e psicológicos, tais como fadiga e diminuição da capacidade mental. A International Organization for Standardization (ISO) desenvolveu várias normas com índices específicos para diferentes ambientes térmicos (frios, confortáveis e quentes). Para ambientes térmicos quente, quando altas temperaturas estão associadas a alta humidade relativa do ar, podem suscitar stress térmico para o organismo de um ser humano, podendo originar no mesmo, perturbações de ordem física, de natureza subjetiva e de natureza fisiológica, até atingir o limite físico de tolerância do ser humano. Os ambientes considerados frios são aqueles caracterizados por condições ambientais que levam à condição de stress térmico por frio (HOLMÉR; GRANBERG; DAHLSTROM, 1999). O stress por frio pode estar presente de várias maneiras diferentes, afetando o equilíbrio térmico de todo o corpo, assim como o equilíbrio térmico local das extremidades do corpo, da pele e dos pulmões. A hipotermia, que constitui a patologia geral devida ao frio, por falência da termorregulação, traduz-se, no início, por um arrepio generalizado, uma temperatura interna que diminui e uma pressão arterial que aumenta. Os movimentos finos dos dedos e das mãos podem também sofrer uma deterioração apreciável, mesmo com níveis moderados de exposição (HOLMÉR, 2000).

É aceite que a concentração intelectual e a produtividade de um indivíduo são fortemente condicionadas pelo tipo de ambiente térmico. O desconforto térmico é um indicador importante para a saúde, porque é o primeiro sintoma que alerta para as condições ambientais não serem adequadas (MORGADO; TALAIA; TEIXEIRA, 2015).

Com o desenvolvimento de pesquisas em torno da Ergonomia surgiu a necessidade de avaliar o efeito do “clima” no local de trabalho (intelectual ou produtivo) e no ser humano (KRUGER; DUMKE; MICHALOSKI, 2001). O estudo do conforto térmico tem uma forte importância económica. O controlo das variáveis termohigrométricas permite a otimização do ambiente térmico e consequentemente permite um incremento nos níveis intelectual ou produtivo. Várias pesquisas realizadas em campo têm sido desenvolvidas de forma a demonstrar a relação entre o conforto térmico e o desempenho do trabalhador e/ou estudante (WYON, 2010; MORGADO; TALAIA; TEIXEIRA, 2015). Embora os resultados destas atividades experimentais não tenham conduzido a conclusões definitivas, mostraram claramente a tendência do desconforto, proporcionado por ambientes quentes ou frios, reduzir o desempenho intelectual ou produtivo.

No entanto, é necessário enfatizar o carácter social, económico e político do estudo desta temática. O conforto térmico deve ser considerado um problema de saúde pública. Talaia e Pina (2016) mostraram de que modo as condições termohigrométricas, os tipos de circulação da atmosfera afetam doenças de índole respiratória (DPOC – Doenças Pulmonares Obstrutivas Crónicas).

Krüger *et al.* (2001) mostraram que estudos realizados em laboratório e em campo demonstraram uma relação entre o conforto térmico e o desempenho de um indivíduo. Embora alguns resultados não conduzirem a conclusões definitivas, mostraram claramente a tendência de o desconforto reduzir o desempenho quer em ambientes quentes ou frios. O isolamento térmico do vestuário representa a resistência à transferência de energia sob a forma de calor entre a superfície da pele e da roupa (TALAIA; RODRIGUES, 2008). O valor do isolamento térmico das peças de roupa é em função das propriedades e características dos materiais empregados na confecção dos tecidos (LAZZAROTTO, 2007). A ISO 7730 (2005) indica para algumas peças de roupa valores típicos aceites para o isolamento térmico do vestuário (ITV) em unidades de clo.

Atualmente, quando se fala do desenvolvimento cognitivo e dos processos de ensino e aprendizagem devem-se considerar aspetos importantes relacionados com a motivação, os estímulos do meio (ambiente envolvente do indivíduo), as relações sociais e a educação recebida, entre outros (COLL; PALACIOS; MARCHESI, 1995). Separando o fenómeno da educação como algo de natureza essencialmente social e destacando-se as práticas educativas encontradas na educação formal pode-se perceber uma preocupação constante com elementos, novos e antigos, que interferem direta e indiretamente nesse fenómeno. Um desses fatores diz respeito ao ambiente de ensino, à sua organização e às variáveis que podem influenciar positiva e negativamente a aprendizagem.

Normalmente, a maioria das edificações escolares apresenta partidos arquitetónicos e sistemas construtivos mais ou menos padronizados, moldados da mesma forma, sendo a mesma ideia de projeto construída, muitas vezes, em vários locais de uma vasta região, sem ter em conta as características do tipo de clima da região. Todos estes fatores aliados sugerem que uma grande parte das edificações escolares públicas pode não satisfazer as necessidades básicas de conforto térmico. Certamente estas condições interferem negativamente na motivação, concentração e avaliação dos estudantes. Desta forma, é necessário que numa arquitetura escolar se tenha em conta as necessidades de conforto térmico, de forma a proporcionar um ambiente agradável e que favoreça o ensino e a aprendizagem (NOGUEIRA; NOGUEIRA, 2003).

Santos, Coutinho e Araújo (2002) referem que um ambiente térmico de ensino se deva adequar ao conforto térmico dos estudantes, para que estes possam manter um certo equilíbrio, quer físico quer psíquico, sem necessidade de esforço de adaptação. Frota e Schiffer (1995) mostraram como um ambiente térmico desconfortável influencia a prestação produtiva e intelectual de um indivíduo e afirmaram que o conforto ou desconforto térmico influencia o processo de ensino de professores e aprendizagem de estudantes.

Rebello, Santos Batista e Diogo (2008) mostraram que o ambiente térmico em salas de aula é um dos fatores que condiciona o processo de aprendizagem em qualquer dos níveis de ensino. Os autores mostraram a forte influência da radiação solar ao longo do dia nas condições de conforto nas salas de aula. Wyon (2010) relacionou o conforto térmico com o ensino e a aprendizagem de estudantes e apresentou dados registados em salas de aula de duas escolas na Dinamarca, envolvendo cerca de 300 estudantes. Os resultados obtidos mostraram uma diminuição da avaliação de 3,5% dos estudantes por cada °C de aumento de temperatura interior da sala de aula. Adicionalmente, Talaia e Silva (2016) mostraram que o tipo de ambiente térmico de uma sala de aula influencia os resultados de avaliação de um estudante com uma diminuição do resultado de avaliação de cerca de 3,9% por cada °C referente à soma da temperatura do ar com a temperatura do termómetro húmido.

Este trabalho pretende mostrar que o tipo de ambiente térmico condiciona os resultados obtidos por estudantes durante a sua avaliação e/ou desempenho, assim como o tipo de isolamento de vestuário usado e a sensação térmica registada. As condições do tempo atmosférico local, onde a escola está situada, são determinantes na afetação e determinação do tipo de ambiente térmico de uma sala de aula. Mostra-se que é possível prever a sensação térmica registada pelos estudantes e o isolamento térmico do vestuário a usar. O autor partilha da opinião e está convicto, como mostra, de que o tipo de ambiente térmico influencia a aprendizagem e o resultado obtido pelos estudantes quando os parâmetros termohigrométricos de uma sala de aula são valorizados.

2 Materiais e métodos

O estudo, realizado em sala de aula, utilizou a metodologia de ensino denominada de investigação-ação, de carácter empírico, recorrendo a uma metodologia mista, onde foram utilizados métodos quantitativos e métodos qualitativos de recolha de dados. A atividade física foi considerada sedentária por ser em sala de aula na escola.

O registo de dados decorreu num ambiente de sala de aula durante um período de tempo considerado de frio, tendo participado 41 estudantes, de duas turmas do 8º ano de escolaridade de uma escola de Ensino Básico da região centro de Portugal (em Portugal há 12 níveis de ensino antes do ingresso no ensino superior). Os estudantes, 18 do sexo feminino e 23 do sexo masculino, em que 39 tinham 13 anos e 2 tinham 14 anos de idade. Os estudantes foram identificados por A_i com $i=1$ a 41.

Foram propostas aos estudantes diferentes atividades, através da aplicação de questões problema. Estas questões eram sobre conteúdos que estavam a ser leccionados e permitiram avaliar o desenvolvimento de competências relativo à construção do conhecimento dos conteúdos leccionados nessa aula. A questão problema era aplicada sempre que se considerava oportuno e os estudantes nunca tiveram conhecimento prévio da sua aplicação. Na sala de aula cada estudante numa escala térmica de cores registava a sua sensação térmica, selecionando a posição na cor correspondente à sua sensação de conforto térmico que consideravam sentir (TALAIÁ; RODRIGUES, 2008) como se mostra na Figura 1.

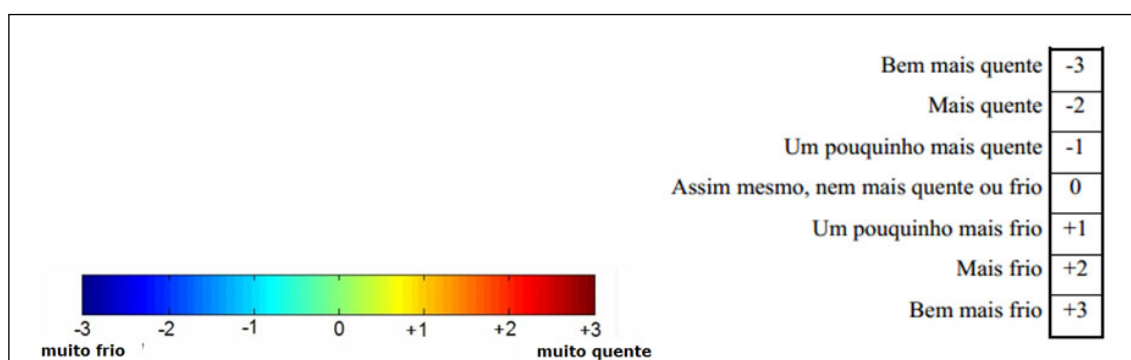


Figura 1. Escala de sensação térmica [Talaia e Rodrigues (2008); ISO 7730 (2005)].

Os registos de dados termohigrométricos, usando o instrumento de medida Center 317 – temperature humidity meter, permitiram aplicar o índice térmico EsConTer (TALAIA; SIMÕES, 2009) para prever a sensação térmica de um espaço.

O índice EsConTer, desenvolvido por Talaia e Simões (2009) e confirmado em diferentes aplicações por Morgado, Talaia e Teixeira (2015) determina um valor da escala sétima de sensação térmica na gama de -3 (ambiente térmico muito frio) a +3 (ambiente térmico muito quente) e é calculado através da expressão

$$\text{EsConTer} = -3,75 + 0,103(T + T_w) \quad (1)$$

em que T representa a temperatura do ar (°C) e T_w a temperatura do termómetro húmido (°C).

O índice ITV (isolamento térmico do vestuário), em unidades de clo, desenvolvido por Talaia (2018) e para uma atividade sedentária (por exemplo, sala de aula de uma escola) com um metabolismo de 70W.m^{-2} ou 1,2met, é determinado através da expressão

$$\text{ITV} = -0,7418\text{EsConTer} - 0,3250 + 0,0764T_w \quad (2)$$

3. Resultados e discussão

O ser humano é um ser vivente racional de sangue quente que, para sobreviver, necessita de manter a temperatura interna do corpo. Neste contexto, o ser humano obriga-se a procurar constantemente o seu equilíbrio térmico com o meio envolvente.

Apresentam-se os resultados obtidos para um ambiente térmico confortável e frio, em sala de aula.

Na Figura 2 os círculos a amarelo representam os valores previstos para a sensação térmica e para o isolamento térmico de vestuário nas condições termohigrométricas registadas no interior da sala de aula. Os modelos de previsão usados, EsConTer [equação (1)] e ITV [equação (2)], mostram que os dados seguem uma linha de ajuste por aplicação do método dos mínimos quadrados com um coeficiente de correlação de Pearson de 0,9730. Na figura os triângulos de cor verde representam pontos definidos com a sensação térmica registada pelos estudantes e o isolamento térmico de vestuário usado pelos estudantes. O declive da linha de ajuste com um coeficiente de correlação de Pearson de 0,8212 mostra haver uma excelente concordância com o declive da linha de ajuste para os dados previstos.

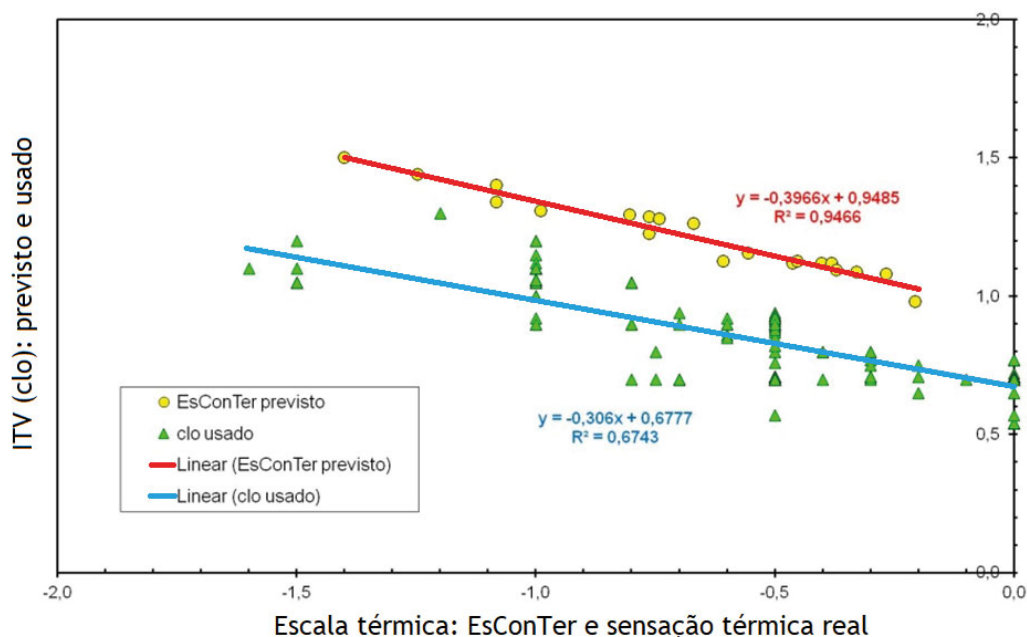


Figura 2. Dados previstos e reais de sensação térmica e isolamento térmico do vestuário.

A observação da Figura 2 mostra que a medida que a sensação térmica sentida pelos estudantes é de frio há um aumento do isolamento térmico do vestuário que não é suficiente para o estudante sentir conforto térmico. Os resultados obtidos estão em concordância com a linha prevista de conforto térmico que mostra valores superiores aos reais o que irá influenciar os resultados de avaliação dos estudantes.

A Figura 3 mostra um exemplo de resultados obtidos para alguns estudantes para uma avaliação e/ou desempenho com base nas respostas para diferentes questões problemas, ou seja, para 5 avaliações.

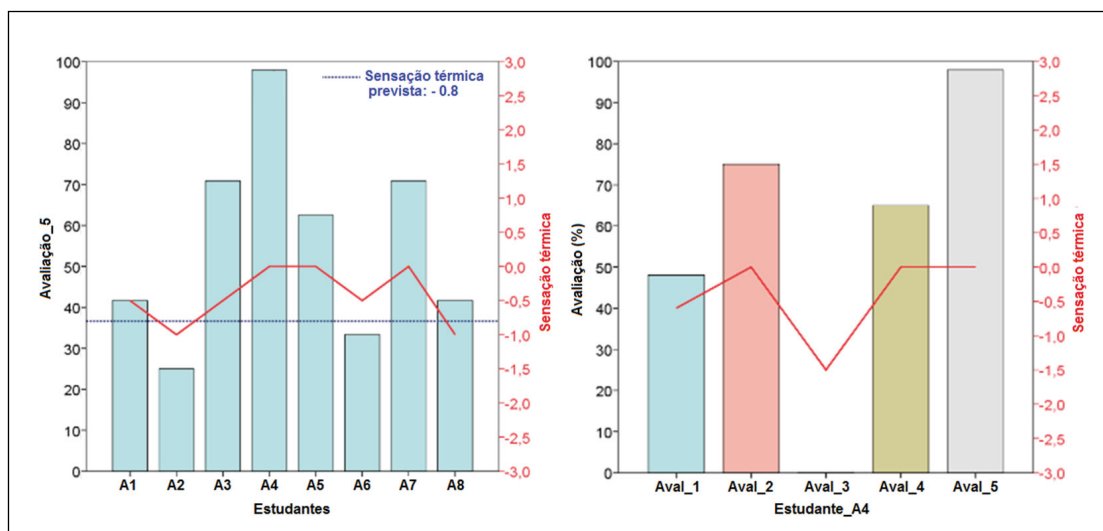


Figura 3. Resultados obtidos por estudantes.

A observação da Figura 3 na sua imagem do lado esquerdo mostra os resultados obtidos representados por colunas em % para 8 estudantes e para a avaliação_5. Os estudantes indicados são designados por Ai, com i a identificar o estudante. Na figura a linha reta pontuada indica a sensação térmica prevista na sala de aula para as condições termohigrométricas registadas quando se aplica o índice EsConTer. A linha

quebrada a cor vermelha indica o valor da sensação térmica real de cada estudante e mostra que os estudantes têm diferentes sensações térmicas, como seria esperado. Os resultados mostram que para uma sensação térmica sentida por um estudante inferior a -0.5 (limite considerado para conforto térmico) tendem a ser negativos. Os valores da sensação térmica registados pelos estudantes estão em concordância com a sensação térmica prevista quando se usa o índice de sensação térmica EsConTer. A roupa dos estudantes é um fator a considerar através do isolamento do vestuário usado. A imagem do lado direito mostra os resultados obtidos para o estudante A4 para cinco avaliações. Os resultados obtidos parecem ser influenciados pela sensação térmica registada pelo estudante. Para valores superiores a -0.5 e na gama de conforto térmico [-0,5;+0,5] os resultados tendem a ser positivos, muito acima da linha de 50%.

Pode-se concluir que, quando os valores da sensação térmica registados pelos estudantes se situam na gama de conforto térmico, os resultados obtidos pelas avaliações das questões problema tendem a ser positivos, se a sensação térmica registar valores inferiores a -0,5 os resultados da avaliação tendem a ser inferiores a 50%. Nestas circunstâncias a sensação térmica do ambiente influencia o resultado obtido pela avaliação e pela construção do conhecimento do estudante.

Na Figura 4 estão indicados os valores para a sensação térmica prevista por aplicação do índice EsConTer para o ambiente térmico interior da sala de aula (EsConTer_int) e para a atmosfera – ambiente térmico exterior a sala de aula (EsConTer_ext).

A observação da Figura 4 mostra círculos de cor verde que representam as condições térmicas para a sala de aula e para a atmosfera e a linha a cheio a tendência registada com um coeficiente de correlação de Pearson de 0,9070. Pode-se afirmar inequivocamente que as condições termohigrométricas do exterior condicionam a sensação térmica de uma sala de aula ou de um espaço interior. Como seria esperado, a linha reta de ajuste mostra que a medida que as condições exteriores se aproximam da zona de conforto térmico as condições da sala de aula também tendem. De notar que a inclinação da linha de ajuste depende dos materiais de construção usados (para o edifício da escola) assim como do isolamento térmico que apresentam na sua condutividade.

A Figura 5 mostra como a sensação térmica registada pelos estudantes influencia os resultados da avaliação. Os triângulos de cor verde representam os dados registados e a linha de ajuste com um coeficiente de correlação de Pearson de 0,8087 sugere a tendência esperada, ou seja, quando o ambiente térmico da sala de aula se aproxima de sensação térmica de frio os resultados da avaliação tendem para zero.

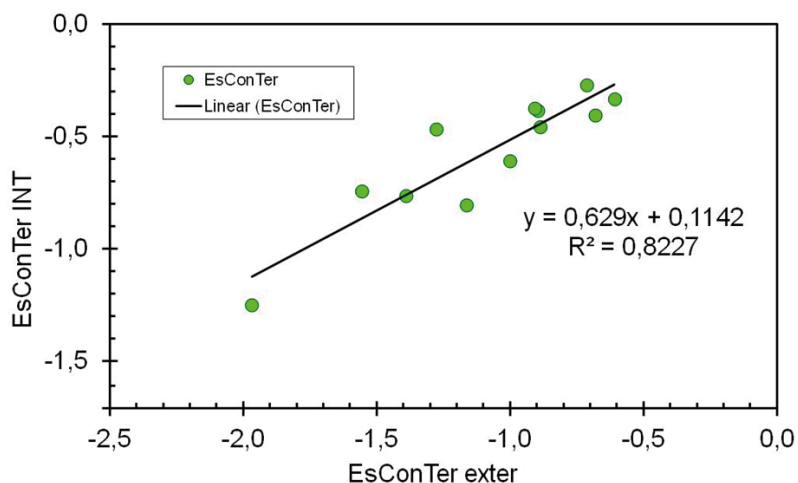


Figura 4. Influência do tempo atmosférico no bem-estar de uma sala de aula.

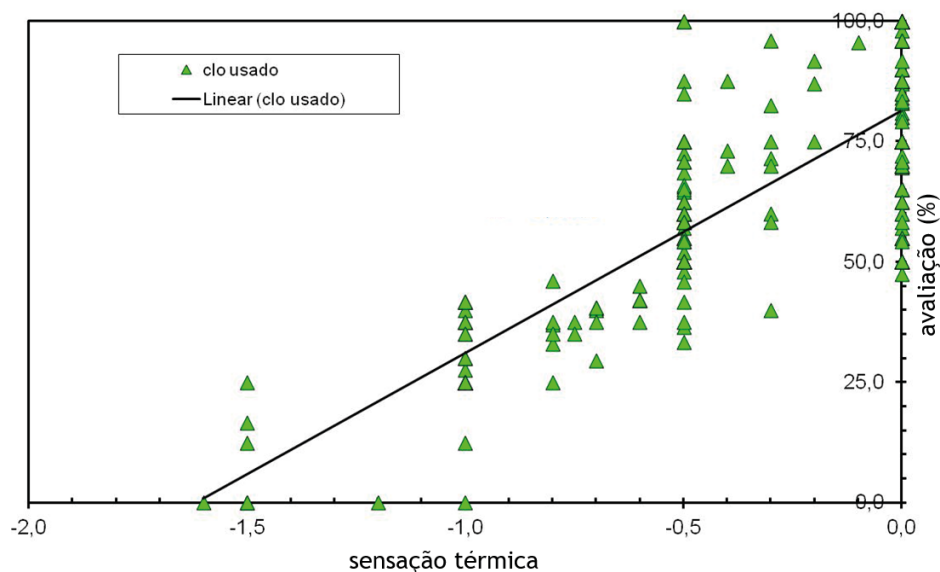


Figura 5. Influência da sensação térmica dos estudantes na avaliação.

Para uma coleção de dados para a sala de aula durante ambiente térmico quente e frio a Figura 6 mostra as linhas de tendência para os resultados da avaliação face à sensação térmica registada na sala de aula.

É interessante que os declives das retas de ajuste seguem a mesma tendência como se um espelho se tratasse. O círculo a negro sugere o ponto ótimo para a sensação térmica e avaliação do estudante, ou seja, para uma sensação térmica próxima de +0,1 a avaliação regista cerca de 90%.

A Figura 7 mostra como a sensação térmica e o isolamento térmico do vestuário, registados e previstos, são influenciados pela temperatura do ar da sala de aula. Na figura, os triângulos de cor verde representam o isolamento térmico do vestuário previsto por aplicação do índice ITV (equação 2) e os triângulos de cor amarela o isolamento térmico do vestuário usado para as temperaturas registadas na sala de aula. Os círculos de cor azul representam a sensação térmica prevista, por aplicação do índice EsConTer e os círculos de cor amarelo-torrado a sensação térmica registada pelos estudantes na escala térmica de cor.

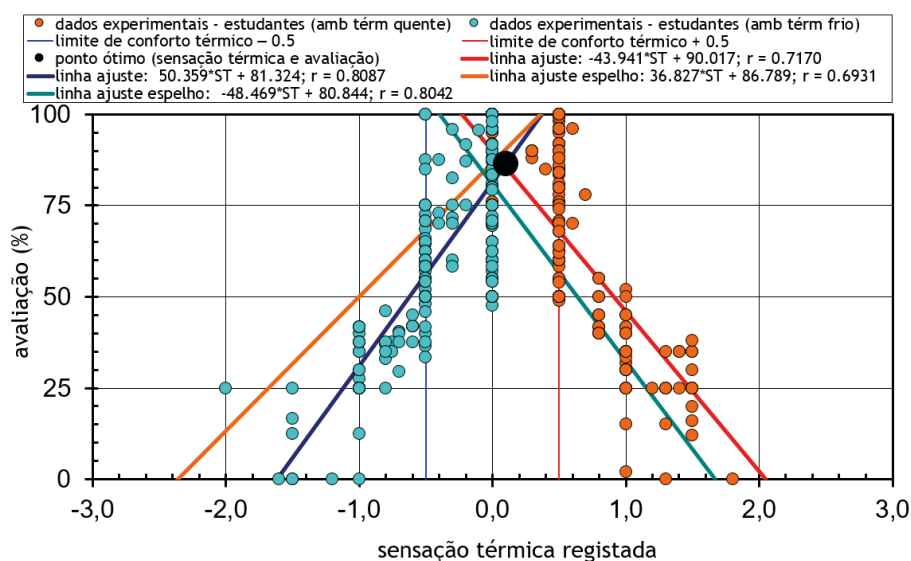


Figura 6. Sensação térmica e avaliação dos estudantes em ambiente térmico.

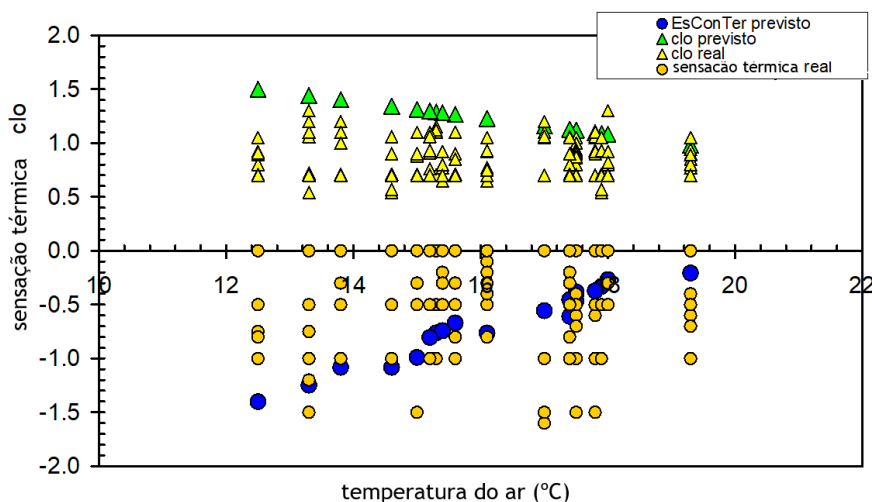


Figura 7. Temperatura do ar, sensação térmica e isolamento térmico do vestuário dos estudantes.

A observação a Figura 7 mostra inequivocamente que os estudantes usaram um isolamento térmico de vestuário, no geral, inferior ao previsto. Esta particularidade pode ser justificada devido ao ambiente térmico ser considerado de frio e o vestuário usado pelos estudantes não ser adequado para o critério de insuficiência de isolamento térmico da sala de aula face a influência das condições atmosféricas exteriores ao edifício. Por outro lado, a figura mostra que os estudantes registaram na escala térmica de cor uma sensação térmica com muita variabilidade o que confirma a subjectividade de um ambiente térmico face a sensação térmica que cada indivíduo regista. Por outro lado, pode-se afirmar que quando o ambiente térmico se aproxima de confortável o isolamento térmico do vestuário diminui, sugerindo um vestuário “mais leve”.

Na Figura 8 os círculos de cor azul céu representam dados experimentais registados na primavera, os de cor azul no inverno, os de cor amarelo-torrado no outono e os de cor vermelha no verão (LIU *et al.*, 2012), os losangos cegos representam dados registados durante a passagem de uma frente fria (TALAIA, 2016), os triângulos a negro representam dados experimentais numa industria de peixe congelado (TALAIA; TEIXEIRA; TAVARES, 2018), os triângulos de cor cinza representam dados experimentais de um ambiente frio a quente, entre cerca de 3°C a 28°C (TALAIA, 2018), os triângulos cor verde representam dados deste trabalho registados por estudantes em sala de aula e a linha a cheio de cor verde o modelo ITV (Isolamento Térmico do Vestuário) previsto, de acordo com a equação (2).

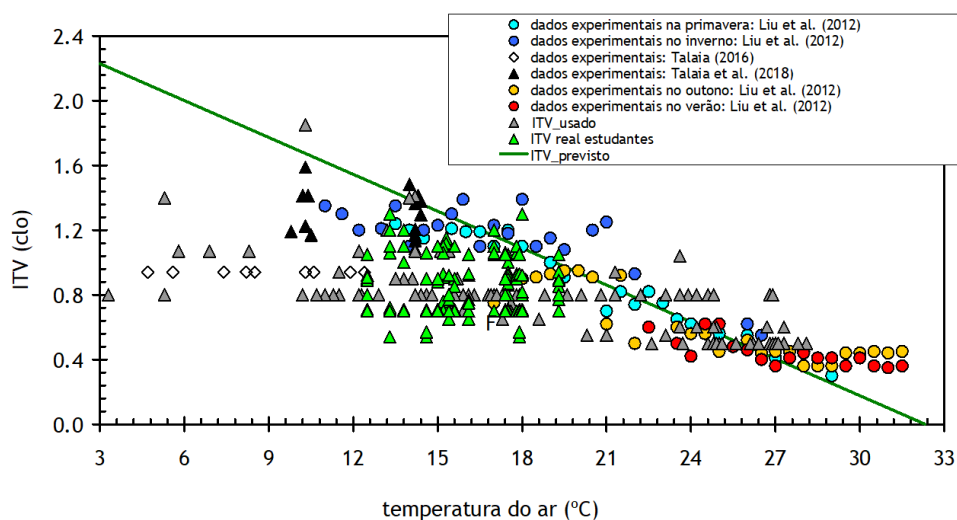


Figura 8. Influência da temperatura do ar no isolamento térmico do vestuário.

A observação da Figura 8 sugere que para ambientes térmicos considerados de frios a roupa que é usada apresenta um isolamento térmico inferior ao valor previsto o que suscita ao indivíduo uma sensação térmica de ligeiro frio, a frio e a muito frio. Os triângulos cor verde representam os dados deste trabalho e para estudantes em sala de aula. A grande maioria dos estudantes, para o ambiente térmico registado, revela que usam roupa insuficiente ou que apresentam um isolamento térmico inferior ao necessário para terem condições de conforto térmico. Esta situação revelou que estudantes registaram uma sensação térmica inferior a -0.5 o que influenciou os resultados da avaliação das questões problemas aplicados. Como mostraram Talaia e Silva (2016) num ambiente térmico de desconforto térmico regista-se uma diminuição de resultados de avaliação dos estudantes em sala de aula de cerca de 3,9% por cada °C de variação da soma da temperatura do ar e da temperatura do termómetro húmido.

A Figura 9 é o resultado de um conjunto alargado de dados em diferentes cenários (onda de frio, onda de calor, industria vidreira, industria congelação de peixe, metalomecânica em geral, ginásio de AeroStep, naves de vacaria de leite, escola, casa).

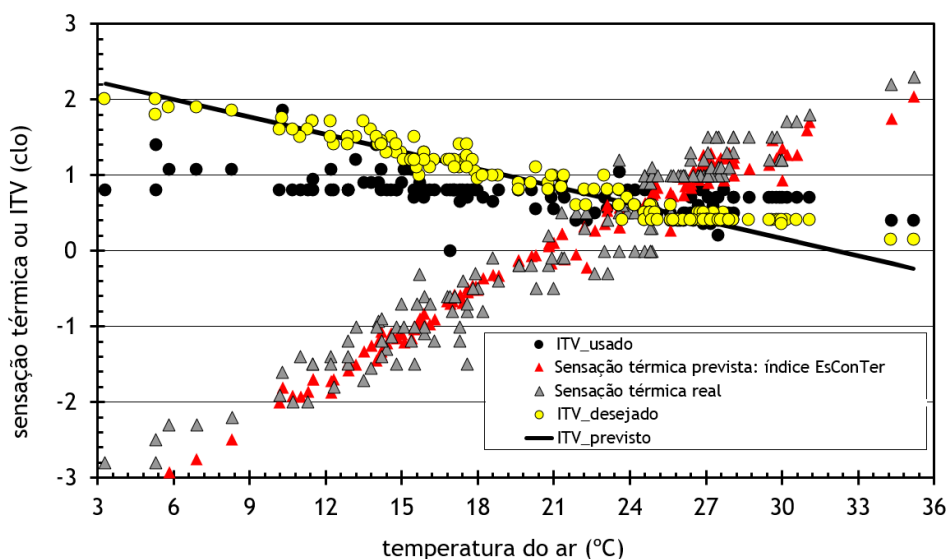


Figura 9. Influência da temperatura do ar no isolamento térmico do vestuário.

Inequivocamente pode-se afirmar que os dados registados e os modelos usados estão em concordância para uma gama de temperaturas de cerca de 3°C a 36°C. A sensação térmica real está em concordância com o índice EsConTer (equação 1) e o valor do ITV usado e desejado está em concordância com o modelo de previsão ITV (equação 2).

Considerações finais

Este estudo mostrou que é possível conhecer as sensações térmicas de conforto e desconforto de estudantes em sala de aula e a forma como aquelas condicionam a aprendizagem.

A análise dos resultados mostrou, inequivocamente, que os métodos usados neste trabalho são uma ferramenta importante para avaliar como situações de desconforto térmico podem condicionar o processo de aprendizagem num ambiente térmico considerado frio.

Concluiu-se ainda, que o processo de aprendizagem é afetado pelas condições termohigrométricas do ambiente que rodeia os estudantes. É importante salientar que a análise de resultados mostrou que quando o valor da sensação térmica registada pelos estudantes é inferior a -0,5 da escala sétima de cores, os resultados obtidos da avaliação de conhecimentos tendem a ser inferiores a 50%.

Espera-se, assim, que este estudo possa contribuir para serem tomadas medidas de estratégia para a melhoria de ambientes térmicos de salas de aula, por se ter demonstrado, inequivocamente, que os resultados de estudantes são influenciados pelo ambiente térmico da sala de aula onde ocorre o processo ensino e aprendizagem.

Na problemática atual de alterações climáticas, em que o aquecimento global é aceite, estudos desta natureza são importantes de modo a ser avaliado o conforto térmico como uma implicação no processo de ensino e de aprendizagem.

Nestes termos, como consideração final, a discussão de ideias face à Globalização deve fomentar que a escola prepare estudantes face ao novo paradigma, pois espera-se problemas num desfasamento temporal inferior a uma década. Os estudantes deverão ser preparados em três bases fundamentais, a *coragem*, a *inovação* e a *comunicação*.

Só um formador ou professor com estas três bases fundamentais bem enraizadas e com uma base poderosa de conhecimento científico poderá incutir no coração do formando a nova visão de cidadania, ou seja, o ser humano, não deverá permitir ser robotizado pelo sistema envolvente.

Referências

- ASHRAE 55. **Thermal environmental conditions for human occupancy**. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Atlanta: Ashrae, 2004.
- COLL, C. PALACIOS, J.; MARCHESI, A. **Desenvolvimento psicológico e educação: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- COSTA, E.R.Q.; BAPTISTA, J.S.; DIOGO, M.T.; MAGALHÃES, A.B. **Hot Thermal Environment and its impact in productivity and accidents**. Artigo apresentado em International Symposium on Occupational Safety and Hygiene – SHO, 2011.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Nobel, 1995.
- ISO 7730. **Ergonomics of the thermal environment: Analytical determination and interpretation of the thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**. Genève, Switzerland: International Organization for Standardization, 2005.
- HOLMÉR, I. Cold stress: Part II, The scientific basis (knowledge base) for the guide. **Elsevier Ergonomics Book Series**, n. 1, p. 357-365, 2000.
- HOLMÉR, I.; GRANBERG, P. E.; DAHLSTROM, G. Ambientes fríos y trabajo con frío. **Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo-OIT**. 1999, Cap., 42, p. 32-60.
- KRÜGER, E.; DUMKE, E.; MICHALOSKI, A. Sensação de conforto térmico: respostas dos moradores da Vila Tecnológica de Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO-ENAC, 6., 2001, São Pedro/SP. **Anais [...]**. São Pedro – São Paulo, Brasil: UNICAMP/UESCar/Associação Nacional de tecnologia do Ambiente Construído, 2001, v. 1, p. 1-7.
- KRÜGER, E.L.; DUMKE, E.M. Avaliação integrada da vila tecnológica de Curitiba. **Tuiuti Ciência e Cultura**, v. 25, n. 3, p. 63-82, 2001.
- LAZZAROTTO, N. **Adequação do modelo PMV na avaliação do conforto térmico de crianças do Ensino Fundamental de Ijuí-RS**. 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Maria de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- LIU, J.; YAO, R.; WANG, J.; LI, B. Occupants behavioural adaptation in workplaces with non-central heating and cooling systems. **Applied Thermal Engineering**, n. 35, p. 40-54, 2012.
- MORGADO, M.; TALAIA, M.; TEIXEIRA, L. A new simplified model for evaluating thermal environment and thermal sensation: An approach to avoid occupational disorders. **International Journal of Industrial Ergonomics**, p. 1-11, 2015.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Educação, meio ambiente e conforto térmico: caminhos que se cruzam. **Revista Electrónica em Educação Ambiental**, n. 10, p. 104-108, 2003.

REBELO, A.; SANTOS BAPTISTA, J.; DIOGO, M. T. Caracterização das Condições de Conforto Térmico na FEUP. In: GOEMS, J. F. S. et al. PROCEEDINGS CLME, 2., 2008, Porto; CONGRESSO LUSO-MOÇAMBICANO DE ENGENHARIA, 5., 2008, Porto; CONGRESSO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE: MAPUTO, 2., 2008, Porto. **Anais [...]**. Porto: Edições INEGI, 2008.

SANTOS, F. M.; COUTINHO, A. S.; ARAÚJO, B. T. Um estudo sobre a influência do forro de PVC no Conforto Térmico em Habitações Populares. In: ABERGO, 2002, Recife. **Anais [...]**. Recife: Abergó, 2002.

TALAIA, M. Riscos para a saúde num ambiente térmico frio: o vestuário e uma onda de frio. **Territorium**, n. 23, p. 43-50, 2016.

TALAIA, M. Como prever o isolamento térmico do vestuário para um ambiente térmico. In: LOURENÇO, L.; CASTRO, F. V. De (Coord.). **Pluralidade na diversidade de riscos**. Coimbra: Riscos, 2018. (Estudos Cindínicos). p. 117-132.

TALAIA, M. E SIMÕES, H. (2009). EsConTer: um índice de avaliação de ambiente térmico. In: CONGRESO CUBANO DE METEOROLOGÍA, 5., 2009, Somet-Cuba. **Anais [...]**. Somet-Cuba, Sociedad de Meteorología de Cuba, 2009. p. 1612-1626.

TALAIA, M. E RODRIGUES, F. Conforto e stress térmico: uma avaliação em ambiente laboral. In: GOMES, J.F.S. et al. PROCEEDINGS CLME, 2., 2008, Porto; CONGRESSO LUSO-MOÇAMBICANO DE ENGENHARIA, 5., 2008, Porto; CONGRESSO DE ENGENHARIA DE MOÇAMBIQUE: MAPUTO, 2., 2008, Porto. **Anais [...]**. Porto: Edições INEGI, 2008.

TALAIA, M.; SILVA, M. O ambiente térmico de uma sala de aula influencia os resultados de avaliação de um estudante. **Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria**, v. 9, n. 2, p. 67-76, 2016.

TALAIA, M.; TEIXEIRA, L.; TAVARES, I. Risco de fadiga em ambiente térmico frio: caso de uma industria de peixe. **Territorium**, n. 25 (I), p. 103-112, 2018.

TALAIA, M. E PINA, D. Tipo de circulação atmosférica que suscita risco de agudização de asma. **Territorium**, n. 23, p. 191-197, 2016.

WYON, D. (2010). **Thermal and air quality effects on the performance of schoolwork by children**. Disponível em: http://web1.swegon.com/upload/AirAcademy/Seminars/Documentation_2010/Vilnius/David_Wyon.pdf. Acesso em: 13 jun. 2013.

