



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO
DIRETORIA DE ENSINO A DISTÂNCIA**

**Produto educacional de baixo custo para o estudo de parâmetros de
qualidade do ar interior: sequência didática e interações teórico-práticas**

Low-cost educational product for the study of indoor air quality parameters:
didactic sequence and theoretical-practical interactions

Gustavo de Novaes Pires Leite

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Recife |
gustavonovaes@recife.ifpe.edu.br

Noelle D'Emery Gomes Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Recife |
noellesilva@recife.ifpe.edu.br

Marcos Antônio Pessoa Leite

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Garanhuns |
marcos.leite@garanhuns.ifpe.edu.br

RESUMO

A educação é um direito e tem papel fundamental para o desenvolvimento do indivíduo e deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. A educação profissional é fundamental para a manutenção, o desenvolvimento do país e a experimentação é imprescindível para que os discentes possam se apropriar dos conhecimentos de maneira mais profunda e significativa. Para enraizar o conhecimento é necessário utilizar metodologias específicas com objetivo de desenvolver o protagonismo, a autonomia e responsabilidade quanto às escolhas dos discentes. A qualidade o ar interior é indispensável para auferir conforto térmico e um ambiente saudável aos ocupantes de zonas climatizadas artificialmente. No curso de climatização e refrigeração do IFPE campus Recife, as disciplinas de conforto térmico e projeto integrado de climatização vêm sendo transmitidas, essencialmente, de maneira teórica aos estudantes. Neste trabalho foi utilizada uma abordagem fundamentada no referencial teórico da aprendizagem significativa de Ausubel e apresentada a construção um produto educacional utilizando instrumentação de baixo custo, e desenvolvida uma sequência didática baseada neste dispositivo que aplica os conceitos e parâmetros de qualidade do ar interior e conforto térmico através de aulas experimentais para as turmas do curso técnico de climatização e refrigeração.

Palavras-chaves: *Aprendizagem significativa, instrumentação de baixo custo, prototipagem, conforto térmico, QAI*

ABSTRACT

Professional education is essential for the maintenance and development of the country, and experimentation is indispensable to students' appropriation of knowledge in a deeper and more meaningful way. It is necessary to use specific methodologies to develop the protagonism, autonomy, and responsibility regarding the choices made by students. The indoor air quality is essential to obtain thermal comfort and a healthy environment for the

occupants of artificially air-conditioned areas. In the air conditioning and refrigeration course at the IFPE, campus Recife, the subjects of thermal comfort and integrated air conditioning design have been transmitted, essentially, in a theoretical model to the students. This work used an approach based on Ausubel's theory of meaningful learning. An educational product using low-cost instrumentation was constructed. Besides, a didactic sequence was developed based on this device, applying concepts and parameters of indoor air quality and thermal comfort through experimental tests for the classes of air conditioning and refrigeration technical courses.

Keywords: Meaningful Learning, Low-cost instrumentation, prototyping, thermal comfort, IAQ

1 INTRODUÇÃO

A educação é essencial para a emancipação, desenvolvimento e formação integral do ser humano como cidadão para atuar na sociedade. Ao analisar a trajetória da educação, verifica-se que esta esteve sempre atrelada ao trabalho com o objetivo de satisfazer as necessidades da sociedade. A partir da instauração do capitalismo no Brasil essas necessidades estão bastante atreladas à produção industrial, e com isso ao ensino profissional. (CIAVATTA,1990; SAVIANI, 2007; MANARCORDA 2007).

A educação profissional busca desenvolver a formação integral dos discentes através da indissociabilidade entre o mundo do trabalho e o mundo social. Apesar de estar mais direcionado às classes sociais mais baixas, a educação profissionalizante é a máquina motriz do capitalismo por qualificar profissionais para atuar no mercado de trabalho e é de suma importância para a manutenção e o desenvolvimento do país como um todo (CIAVATTA,1990; SAVIANI, 2007; MANACORDA 2007).

A climatização e refrigeração é, hoje, imprescindível para a sociedade moderna e está presente em todos os segmentos, uma vez que está diretamente ligada ao conforto térmico, climatização e refrigeração aplicado não só no âmbito residencial como também comercial e industrial. No âmbito da pandemia da COVID19 a climatização e a refrigeração foram classificadas como serviços essenciais. O curso técnico de climatização e refrigeração do IFPE campus Recife prepara profissionais para atuar nas diversas áreas como manutenção, instalação, projeto, fabricação e nos diversos segmentos comerciais e industriais do estado.

Ao buscar o conforto térmico das pessoas em ambientes condicionados, é necessário garantir a qualidade do ar interior (QAI), que envolve, dentre outros, o controle simultâneo da temperatura, da umidade, da movimentação do ar e da renovação do ar. A QAI é o termo usado para estabelecer condições do ar interno livre de contaminantes em um ambiente limpo, saudável e sem odores, com o objetivo de garantir a saúde dos ocupantes dos recintos climatizados.

Para desenvolver metodologias eficazes para o processo de aprendizagens dos discentes, a proposta deste trabalho está embasada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que enfatiza a aprendizagem como produto da ampliação progressiva do conhecimento prévio dos discentes juntamente com a ressignificação ou releitura integradora desse conhecimento (MOREIRA,2000).

Neste contexto, busca-se enriquecer o conhecimento dos alunos acerca dos conceitos teóricos da QAI e como eles são aplicados na realidade profissional do técnico de climatização e refrigeração, de forma mais significativa, dinâmica e contextualizada. Esse processo será realizado através do desenvolvimento e implementação da sequência didática de um produto educacional sobre QAI utilizando instrumentação de baixo custo, através do uso da plataforma Arduino.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para entender o processo evolutivo da educação profissional no Brasil é necessário mergulhar na História e ir para o nascedouro da relação que existe entre educação e trabalho. Ao longo do desenvolvimento da sociedade é possível verificar o vínculo forte e claro entre eles, em que o trabalho é evidenciado como um princípio educativo, que edifica o homem. (DORE,2014; CIAVATTA,1990).

A educação é um direito e tem papel fundamental para o desenvolvimento do indivíduo. Abrange os processos de aprendizagem que se desenvolvem no âmbito familiar, profissional, na convivência humana, nas instituições de ensino, nas organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais. A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social (LDB,1996).

A função social do IFPE é promover uma educação pública de qualidade, gratuita e transformadora como também promover a educação profissional, científica e tecnológica fundamentada no princípio da indissociabilidade das ações de ensino, pesquisa e extensão, de modo a contribuir para a formação integral do ser humano e para o desenvolvimento sustentável da sociedade (BRASIL,2007).

O currículo integrado tem como princípio norteador a formação humana integral dos discentes, tornando-os pessoas críticas, com leitura do mundo que o rodeia, para atuar na sociedade como cidadão ao considerar aspectos históricos, culturais, sociais e políticos e para atingir esse princípio é necessário utilizar metodologias eficazes que direcionam os alunos ao próprio crescimento em busca da formação integral como ser humano (NATAL,2014).

A educação profissional ao implementar o currículo integral busca desenvolver a formação integrada do indivíduo tanto da parte humanística como tecnológica. Ao formar as

peças nos dois pilares é possível ter uma inclusão social completa, por não preparar pessoas apenas para o mercado de trabalho, mas para atuar como cidadão na sociedade em que está inserida (BRASIL,2007).

Para enraizar o conhecimento é necessário utilizar metodologias específicas com objetivo de desenvolver o protagonismo, a autonomia e responsabilidade quanto às escolhas dos discentes. Um dos meios de alcançar êxito no processo de ensino/aprendizagem é utilizar a contextualização e a interdisciplinaridade de questões da realidade dos discentes com objetivo de aproximar a teoria da prática e trabalho como princípio educativo. Só assim consegue-se obter a formação integral dos estudantes.

A teoria da aprendizagem significativa desenvolvida por David Ausubel, é uma teoria cognitivista, e procura explicar a relação do assunto a ser aprendido e a estruturação prévia do conhecimento ou experiências vivenciadas (subsunção), em que a aula prática/expositiva deve ser valorizada. Nas aulas Práticas realizadas em laboratórios, os alunos têm a oportunidade de aplicar o conhecimento teórico vistos em aula, complementando e enriquecendo o conhecimento sobre os temas abordados na disciplina. (DA SILVA,2019)

Para David Ausubel, o processo de aprendizagem ocorre quando o indivíduo consegue conectar/relacionar o novo conhecimento com o preexistente (subsunções) na sua estrutura cognitiva, ou seja, novos conhecimentos interagem com os subsunções e assim são incluídos na estrutura cognitiva.

Através das sucessivas interações os conhecimentos prévios (subsunções) adquire progressivamente novos significados, modificam, ficam mais elaborados, densos e ricos em significado e o novo conhecimento se torna um subsunção para um novo aprendizado. Assim, a aprendizagem significativa representa um processo progressivo/contínuo, pessoal, intencional, ativo, dinâmico, interacional (entre informação e conhecimento prévio) que produz conhecimento rico e estável. (DA SILVA,2019; AGRA,2019, MOREIRA,2000).

Para que a aprendizagem significativa aconteça é necessário que o docente identifique os subsunções, o discente tenha interesse de aprender e que exista material didático potencialmente significativo (seja logicamente e psicologicamente significativo). Laburu e seus colaboradores afirmam que “É na possibilidade de transformar o significado lógico em

psicológico que a aprendizagem se torna potencialmente significativa” (DA SILVA,2019; MOREIRA,1999; LABURU, BARROS, SILVA, 2011).

No processo de ensino-aprendizagem, o ensino tem como função favorecer o processo de aprendizagem dos discentes de forma significativa analisando as situações que favorecem (ou dificultam ou impedem) a ocorrência dessa aprendizagem. (LEMOS,2011).

Neste contexto, este projeto busca promover a aprendizagem significativa dos alunos curso técnico de climatização e refrigeração do IFPE campus Recife quanto aos parâmetros e propriedades da QAI, por ser uma temática de suma importância para o aprendizado no curso como também para ser aplicado da vida profissional. Com objetivo de enriquecer e ressignificar o conhecimento dos alunos será desenvolvido e implementado a sequência didática de um produto educacional sobre QAI utilizando instrumentação de baixo custo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é um projeto da área das ciências exatas, mais especificamente na engenharia, e se aplicará aos cursos técnico de refrigeração e climatização, mecânica e superior de engenharia mecânica. Andrade, 2010 afirma que “A pesquisa aplicada é motivada por razões de ordem prática. Visa às aplicações práticas, com objetivo de atender as exigências da vida moderna. Nesse caso, sendo o objetivo contribuir para fins práticos, pela busca de soluções para problemas concretos”. A pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos (GUEDES,2015; LEITE, 2014; ANDRADE, 2010).

Dessa forma, através da pesquisa aplicada, este trabalho propõe dinamizar e transformar a aula de conforto térmico e projeto integrado de climatização, atualmente teóricas, em disciplinas práticas enriquecendo o conhecimento dos fenômenos relacionados ao estudo da qualidade do ar interior.

Com relação às técnicas, Mazucato et al. (2018) descreve várias possibilidades destacando-se abaixo aquelas que estão mais alinhadas com o projeto de pesquisa e com o método utilizado:

- Análise de documentos de origem pública, informativos, se restrições com relação ao sigilo e, essencialmente, do gênero textual;

- Utilização da técnica da pesquisa de campo, que segundo Mazucato et al. (2018) é o processo no qual o pesquisador está diretamente articulado com o espaço do qual decorrem as informações. No caso específico do presente trabalho, a experimentação e observação da variação das propriedades da qualidade do ar interior e pesquisa de campo ocorrerá dentro da sala de aula.
- Realização de pesquisa bibliográfica, com o intuito de realizar o levantamento do arcabouço teórico preliminar e fundamentar a escrita do trabalho de conclusão de curso. Essa pesquisa será realizada em repositórios públicos como portais de pesquisa (CNPq, Scielo, Capes, etc.), periódicos, índices com resumos e bancos de teses e dissertações.
- Será utilizado questionários, com o intuito de levantar a relevância, importância e impacto do tópico de pesquisa.

Segundo Prodanov e Freitas (2013) entende-se por “coleta de dados” como sendo uma fase do método de pesquisa usado com o objetivo é obter dados e informações de situações reais. E é nesta etapa que delimita o universo e amostragem, os instrumentos de coleta de dados e análise desses dados.

Dentre as técnicas de pesquisa e coleta de dados foi utilizado a observação direta intensiva, ou seja, é a técnica de pesquisa que é realizada por meio da observação e da entrevista. Com relação aos instrumentos de coleta, Prodanov e Freitas (2013) descrevem vários tipos e, dentre as opções elencadas, os instrumentos que está mais alinhada com o nosso projeto de pesquisa, é a observação na vida real, como também entrevistas e questionários.

De acordo com Minayo (1994), campo de pesquisa é um recorte que o pesquisador faz em termos de espaço, representando uma realidade empírica a ser estudada a partir das concepções teóricas que fundamentam o objeto de investigação, como é mostarda nos trabalhos de Guedes,2015 e Leite, 2014.

O projeto de pesquisa tem como campo de pesquisa a sala de aula da disciplina de conforto térmico do 3º período e projeto integrado de climatização (PIC) do 4º período do curso técnico de climatização e refrigeração. A Seção 4 apresentará o produto educacional e a sequência didática propostos no presente trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

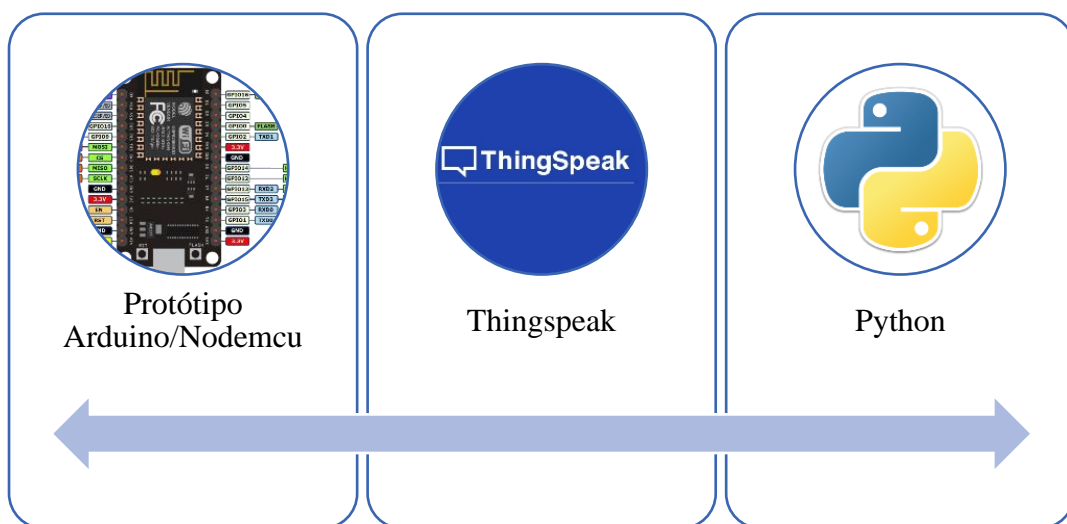
Nesta seção serão apresentados o protótipo de produto educacional desenvolvido, assim como a proposta de sequência didática.

4.1 Protótipo desenvolvido

O produto educacional desenvolvido neste trabalho, permite realizar medições de parâmetros importantes para o conforto térmico de pessoas e para qualidade do ar interior de ambientes artificialmente climatizados. Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizada instrumentação de baixo custo baseada na plataforma Arduino e softwares e aplicativo de domínio público e código aberto, para permitir a interação em tempo real da experimentação com os alunos. A Figura 1 apresenta as partes constituintes do produto educacional:

- i. O hardware baseado na plataforma Arduino;
- ii. O software e aplicativo de internet das coisas (IOT) baseado na plataforma *ThingSpeak*;
- iii. O software de análise desenvolvido baseado na linguagem de programação Python.

Figura 1 – Exemplo de uma imagem inserida no artigo

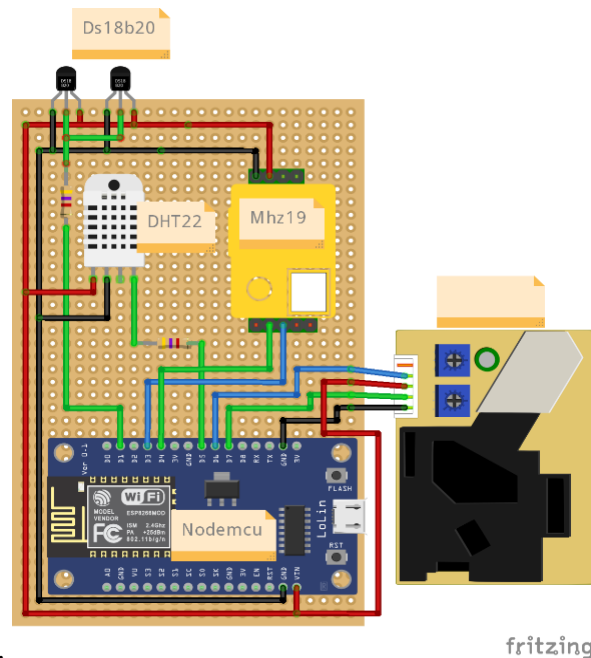


Fonte: O autor.

O protótipo foi desenvolvido baseado na plataforma Arduino. Especificamente, foi utilizada uma placa do tipo *Nodemcu*, pois a mesma já possui roteador *wi-fi* nativo que permite a conexão à internet para transmissão dos dados coletados através dos sensores. Para o presente dispositivo foram utilizados os seguintes sensores, conforme apresentados na Figura 2:

- i. 01 DSM501a: sensor para medição de material particulado (poeira) PM10, PM2.5 e PM1.0;
- ii. 01 DHT22: sensor para medição de temperatura de bulbo seco e umidade relativa;
- iii. 02 DsB18b20: sensor para medição de temperatura de bulbo seco, e que no presente projeto também será adaptado para medição da temperatura de bulbo úmido;
- iv. 01 Mhz19: sensor para medição de CO₂.

Figura 2 – Esquema do de montagem do produto educacional.

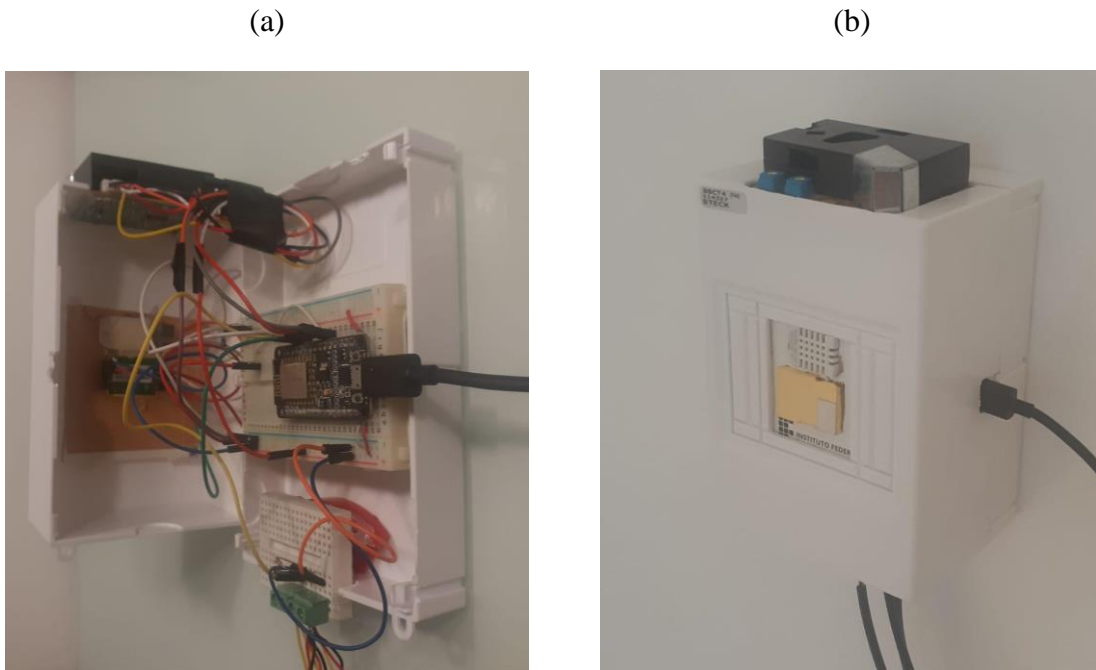


Fonte: AUTOR, 2021.

O esquema apresentado na Figura 2 foi realizado através da plataforma *Fritzing*, que também é uma plataforma de código aberto, que permite a realização de desenhos

esquemáticos, projeto de placas de circuito impresso, entre outras. A Figura 3 apresenta fotos do interior (a) e do produto pronto (b).

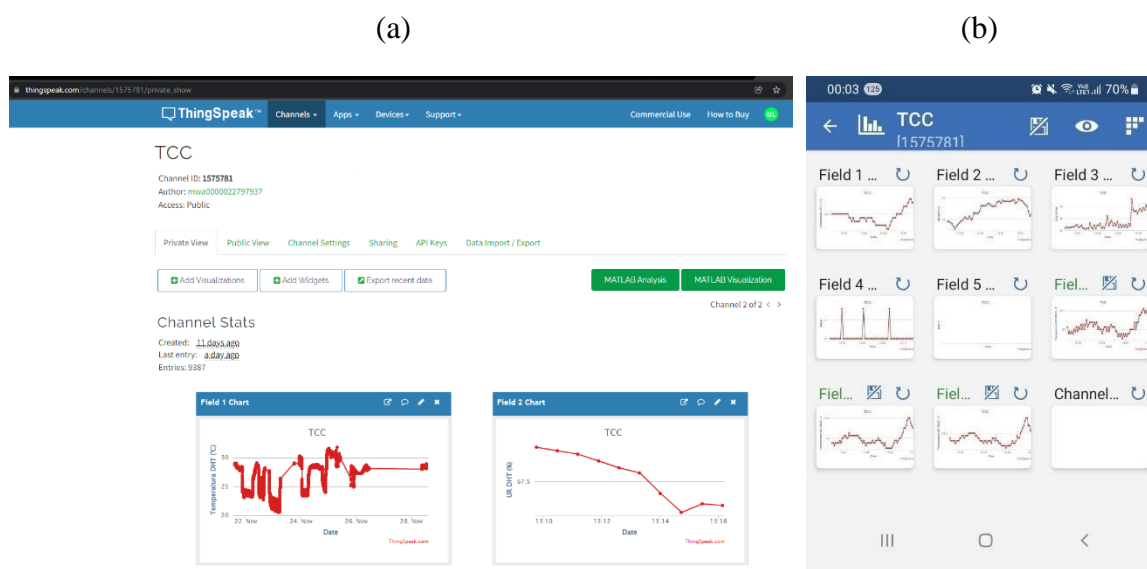
Figura 3 – Protótipo educacional para medição de parâmetros de qualidade do ar interior. (a) Interior do protótipo e (b) protótipo operando após montado em uma superfície vertical.



Fonte: AUTOR, 2021.

Os dados coletados pelos sensores conectados ao protótipo são transmitidos para a nuvem através da conexão à internet do *Nodemcu*. A plataforma utilizada foi a *Thingspeak*, pois permite uma fácil implementação para rápida visualização dos dados. Além disso, a plataforma possui website para visualização e compartilhamento do canal com histórico de medições tanto no computador quanto no celular, além de vários aplicativos para utilização em conjunto com o *Thingspeak*. No presente trabalho foi utilizado o aplicativo *Thingsshow*. As visualizações da tela do *Thingspeak* e *Thingsshow* são apresentadas na Figura 4.

Figura 4 – Tela do Thingspeak (a) e *Thingshow* (b).

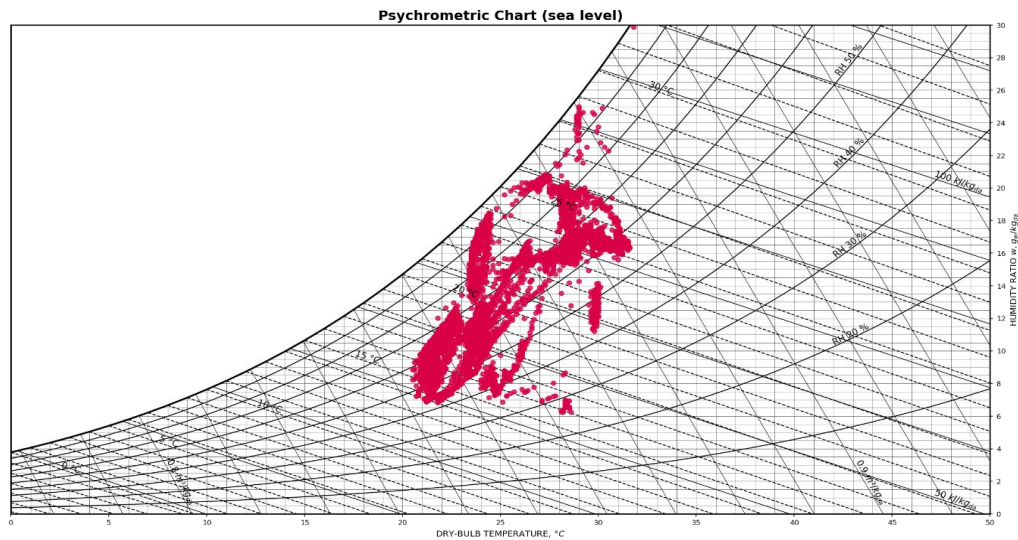


Fonte: AUTOR, 2021.

A terceira parte do produto educacional desenvolvido neste TCC é o pós-processamento e visualização dos dados que foi implementado utilizando-se a linguagem de código aberto, Python. O código foi implementado na IDE *Jupyter* e está hospedado em um repositório disponível no site *GitHub*.

Uma ferramenta muito interessante que também foi incorporada código em Python do projeto foram as bibliotecas *Psychrolib* e *Psychrochart* (MEYER, THEVENARD, 2019). A primeira ferramenta representa uma biblioteca de código aberto que relaciona as propriedades psicrométricas. Em suma, a partir de duas propriedades, por exemplo temperatura de bulbo seco e umidade relativa, podem ser determinadas outras grandezas como entalpia, umidade absoluta, ponto de orvalho e temperatura de bulbo úmido. Já a *Psychrochart* permite que cada ponto coletado seja representado em uma carta psicrométrica. Essa biblioteca oferece uma enorme possibilidade de análises e práticas a serem realizadas com os alunos, uma vez que conhecimentos, tradicionalmente, apresentados de maneira teoria, ganham significado prático através da experimentação e visualização imediata das condições em uma carta psicrométrica. A Figura 5 apresenta os pontos coletados a partir dos dados postados na nuvem, plataforma *Thingspeak*, pelo produto educacional e, posteriormente, plotados no Python, utilizando-se a biblioteca *Psychrochart*.

Figura 5 – Esquema do produto educacional de medição e análise de parâmetros de QAI.



Fonte: AUTOR, 2021.

4.2 Proposta da sequência didática

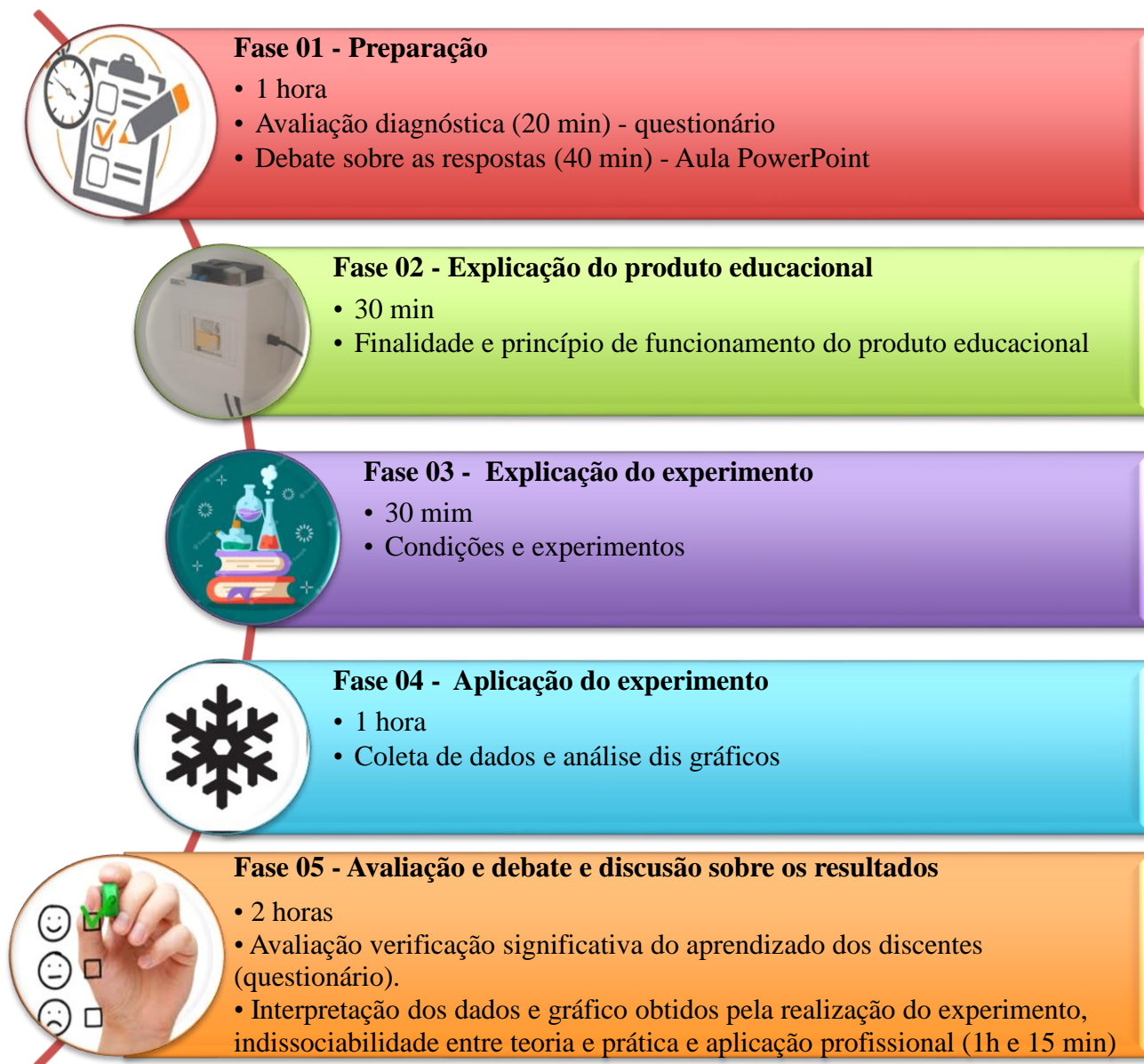
A proposta da sequência didática foi desenvolvida com objetivo de descrever o passo a passo do experimento para que o discente consiga fazê-lo de forma sequencial e adquirir o conhecimento do arcabouço teórico sobre QAI. Busca-se com a aplicação da sequência didática em sala de aula que os alunos explorando e experimentando as grandezas relacionadas com a QAI desenvolvam o senso crítico das grandezas e dos impactos das variações na QAI.

Tendo em mente que o referencial teórico deste projeto foi baseado na aprendizagem significativa de David Ausubel, que diz que para que a aprendizagem significativa aconteça é necessário que exista material didático potencialmente significativo. O produto educacional foi desenvolvido para o ensino das disciplinas de conforto térmico e PIC, com ênfase nos parâmetros QAI. Apresenta como um objeto motivacional focado no estudo da QAI de maneira prática, mais atrativa e prazerosa para os discentes.

A sequência didática será aplicada em uma aula com duração de 3 horas e 45 min particionada em 5 fases e 1 hora e 15 min da aula seguinte (Figura 06), das disciplinas de conforto térmico do 3º período e projeto integrado de climatização (PIC) do 4º período do curso técnico de climatização e refrigeração, podendo ser aplicado em disciplinas curso

superior de engenharia mecânica, ambos do IFPE, campus Recife, ou ainda em outras instituições de ensino.

Figura 06 - Fases da proposta de Sequência Didática.



Fonte: AUTOR, 2021.

Para que a sequência didática seja aplicada e obtenha resultados positivos é necessário garantir que os alunos tenham visto a teoria básica sobre as normas e leis, conforto térmico e QAI, com objetivo de criar os conhecimentos prévios (subsunoçores) necessários para fundamentar os conhecimentos que serão abordados através da aplicação da sequência didática.

4.2.1 Fase 1: Preparação

O docente irá informar aos alunos que será realizado um experimento sobre os parâmetros de conforto térmico e qualidade do ar interior. Nos primeiros 20 minutos de aula, será aplicado o questionário diagnóstico (APÊNDICE A - https://docs.google.com/forms/d/19sHI1NC2wu3jsKGKwOZbTrT_s80-ZgMjxJeL-PusT5g/prefill) com objetivo de levantar os conhecimentos prévios com relação a importância do conforto térmico e QAI, as normas e leis que gerem esse assunto, como também quais os principais parâmetros que os alunos devem saber para garantir o conforto e QAI.

Após finalização deste tempo será discutido cada pergunta feita no questionário inicial para tentamos balizar/equalizar os conhecimentos prévios, utilizando aula expositiva (uso de projeção de slide em PowerPoint – APÊNDICE B - <https://drive.google.com/file/d/1Lr0gjVf-Q3n3wPcdGodQDL7arP5ezha-/view?usp=sharing>) para uma melhor contextualização do assunto, totalizando um tempo de 40 minutos.

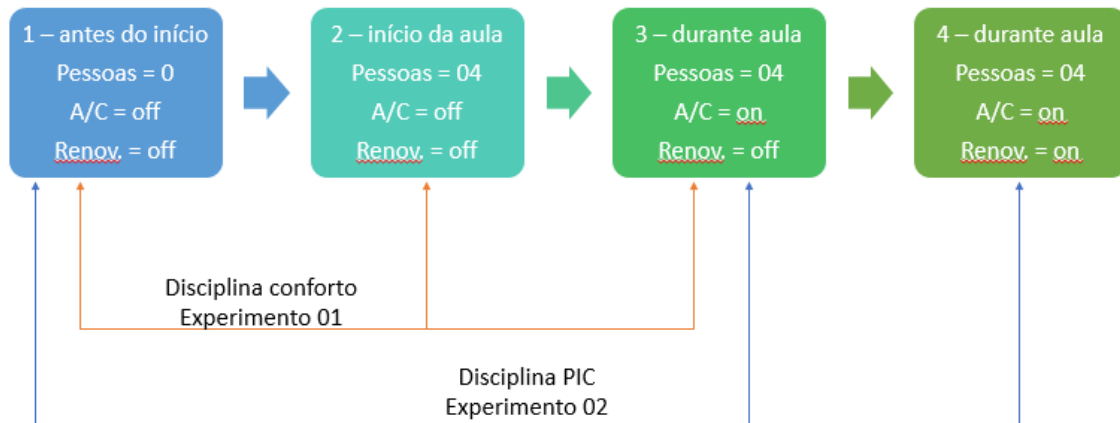
4.2.2 Fase 2: Explicação do produto educacional

Nesta fase serão reservados 30 minutos para a explicação da finalidade e princípio de funcionamento do produto educacional, utilizado aula expositiva e o próprio produto educacional.

4.2.3 Fase 3: Explicação do experimento

A fase 3 deverá ser realizada em 30 minutos com objetivo de explicar o experimento e assim ser possível a execução. O projeto de pesquisa visa desenvolver 2 experimentos com o produto educacional que podem ser utilizados em 2 disciplinas do curso técnico de climatização e refrigeração como também no curso superior de engenharia mecânica, como mostrado na Figura 7.

Figura 07 - Esquema do produto educacional de medição e análise de parâmetros de QAI.



Fonte: AUTOR, 2021.

Os experimentos terão condições distintas e através do produto educacional será possível medir os parâmetros de cada condição e assim ser possível fazer as comparações e interpretações acerca da qualidade do ar interior:

- Condição 01: será realizada a medição dos parâmetros para a condição do ambiente vazio, sem pessoas, com o ar condicionado desligado e sem a renovação do ar. Essa medição será realizada antes do início da aula.
- Condição 02: será realizada a medição dos parâmetros para a condição do ambiente com os alunos e professores em sala de aula, porém com o ar condicionado desligado e sem renovação de ar.
- Condição 03: será realizada a medição dos parâmetros para a condição do ambiente com os alunos e professores em sala de aula, com o ar condicionado ligado e sem renovação de ar.
- Condição 04: será realizada a medição dos parâmetros para a condição do ambiente com os alunos e professores em sala de aula, com o ar condicionado ligado e com renovação de ar.

O experimento 01 será realizado na disciplina de Conforto Térmico do 3º período e tem como objetivo verificar a variação dos parâmetros do ambiente, aumento de carga térmica, quantidade de materiais particulados e quantidade de concentração de CO₂ devido a

introdução de pessoas no ambiente; verificação da importância do sistema de ar condicionado para atingir o conforto térmico dos ocupantes do recinto e QAI.

O experimento 02 será realizado tanto na disciplina de conforto térmico do 3º período como na disciplina de PIC do 4º período, sendo nesta última de forma mais aprofundada. Neste experimento será possível ver a importância da renovação do ar nos ambientes climatizados, pois este diminui a concentração de CO₂ e dos matriculados garantindo a qualidade do ar interior definido por normas e lei.

4.2.4 Fase 4: aplicação do experimento

A realização do experimento deve ter uma duração de 1 hora, em que serão criadas as condições necessárias para cada fase do experimento como explicado anteriormente.

4.2.4.1 Experimento 01

No experimento 01 serão coletados os dados de 3 condições, e para cada condição serão coletadas as temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido, umidade relativa, concentração de CO₂, e quantidade de materiais particulados.

Para a coleta de dados será imprescindível criar as 3 condições e assim obter os dados desejados:

- **Condição 01:** É a condição do ambiente antes do início da aula, pois é importante ter ambiente vazio, sem pessoas, com o ar condicionado desligado e sem a renovação do ar. Destarte os dados desta condição serão fornecidos aos alunos explanados nos gráficos gerados ao longo de todo o experimento. Neste momento do experimento, antes da apresentação dos dados, o professor deve questionar os alunos quais os valores possíveis para os parâmetros nesta condição e porque, gerando um minidebate com os alunos com o objetivo de aumentar o interesse e desenvolver o senso crítico.
- **Condição 02:** a coleta dos parâmetros desta condição será coletada no momento que iniciarmos a aula pois o ambiente deverá ter pessoas, ou seja, os alunos e professores na sala de aula, porém com o ar condicionado desligado e sem renovação de ar.

- Condição 03: será realizada a medição dos parâmetros para a condição do ambiente com os alunos e professores em sala de aula, com o ar condicionado ligado e sem renovação de ar.

4.2.4.2 Experimento 02

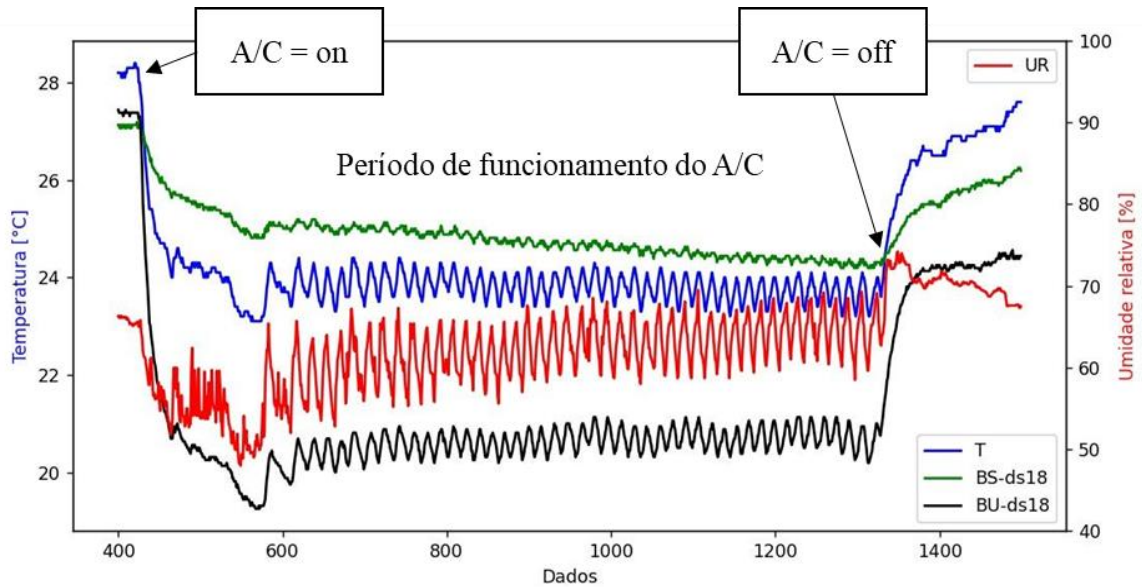
No experimento 02 serão coletados os dados de 4 condições. Além das condições descritas do experimento 1 será analisada a condição 4, para verificar a importância da renovação do ar nos ambientes climatizados artificialmente:

- Condição 04: os parâmetros serão coletados no ambiente com os alunos e professores em sala de aula, com o ar condicionado ligado e após o sistema de renovação de ar ser ligado e estabilizado.

Ao longo de todo o experimento os alunos deverão acompanhar a variação de todos os parâmetros citados com os próprios Smartphones, seja pelo site da plataforma *Thingspeak* ou através da instalação do aplicativo *Thingsshow*. A cada condição definida os alunos deverão fazer anotações sobre as variações e as conclusões de cada variação refletindo a causa.

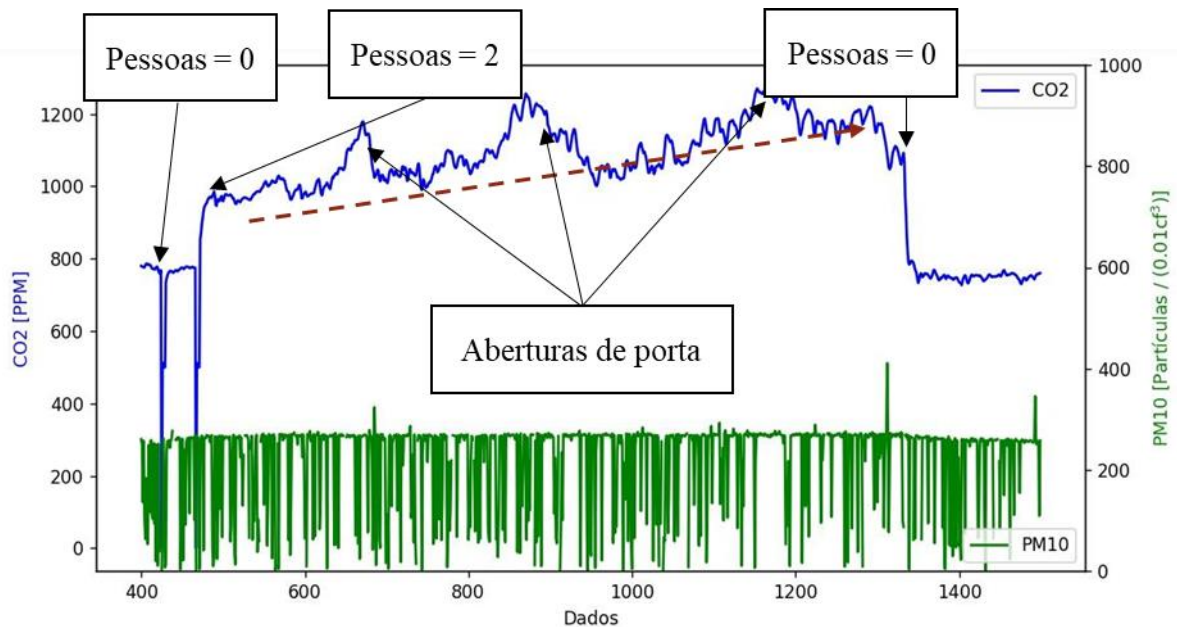
Figuras 08 e 09 apresentam dados coletados com o produto educacional desenvolvido e plotados no *Python* após a conexão com a base de dados nas nuvens do *ThingSpeak*, de um experimento feito em um ambiente pequeno com 4 pessoas, com objetivo de mostrar os gráficos obtidos e as possíveis conclusões.

Figura 08 - Gráfico com os valores das temperaturas de bulbo úmido, bulbo seco e umidade relativa



Fonte: AUTOR, 2021.

Figura 09 - Gráfico com os valores quantidade de particulados e concentração de CO₂



Fonte: AUTOR, 2021.

A figura 08 mostra os gráficos das temperaturas de bulbo seco (linhas azul e verde), úmido (linha preta) e a umidade relativa (linha vermelha) do ambiente. No momento em que o ar condicionado é acionado é possível verificar que ocorre uma queda brusca nos valores das temperaturas e da umidade relativa, isso ocorre devido a funcionalidade do equipamento

de climatização que tem como objetivo resfriar e desumidificar o ar. Após atingir o *set point* verifica-se que as temperaturas e a umidade relativa se mantem em um range que oscila de acordo com o acionamento e desligamento do compressor. No instante de desligamento do ar condicionado verifica-se um aumento das temperaturas e da umidade relativa.

A Figura 09 apresenta os valores das concentrações de CO₂ e materiais particulados coletados no mesmo experimento descrito na Figura 08. No momento inicial de análise o ambiente estava sem pessoas, ao entrar 2 pessoas no ambiente é possível verificar o aumento gradativo da concentração de CO₂, uma vez que as pessoas ao respirarem emitem CO₂ para o ambiente, os picos elevados se referem a abertura da porta. Assim que as pessoas deixam o ambiente, a concentrações de CO₂ diminui bruscamente. Quanto o material particulado, os valores se mantiveram constantes.

4.2.5 Fase 5: avaliação e apresentação dos resultados

O docente deverá aplicar um questionário de avaliação (APÊNDICE C - https://docs.google.com/forms/d/1a2ftbArTFeeQ56uaWI_ZgggNDyY-xqc3E_EyIXn3qIA/prefill) para a verificação significativa do aprendizado dos discentes, em que os alunos terão 30 min para responder. Os 15 min restantes da aula o docente deverá levantar pontos de reflexão sobre o experimento e sua relação com a prática profissional.

O segundo momento dessa fase será realizado na aula seguinte com duração de 1 hora. Neste momento o docente irá mostrar os gráficos e interpretar juntamente com os alunos analisando as variações e as causas possíveis para essas variações e benefício/malefício de cada variação. Ainda deste momento será abordado a relação teórico-prático enfatizando a importância desse conhecimento e interpretação para a vida profissional dos alunos

Nesta fase do projeto espera-se que os alunos se mostrem receptivos e dispostos a colaborar com as atividades quanto a apresentação da proposta de ensino. Será avaliado a compreensão dos alunos quanto ao conhecimento dos parâmetros de condições distintas e da QAI, através da descrição crítica dos resultados dos experimentos e dos questionários.

Espera-se que haja um aumento do interesse e participação dos estudantes nas aulas de conforto térmico e PIC com a aplicação do nosso produto educacional.

5 CONCLUSÕES

A experimentação e a contextualização são fundamentais no ensino da psicrometria, que é um conceito fundamental para todo o curso de refrigeração.

Foi projetado e construído um produto educacional de baixo custo e de fácil aquisição para ser utilizado em aulas experimentais promovendo a contextualização do ensino de conforto térmico, qualidade do ar interior e projeto de climatização na Educação Básica.

Foi proposta uma sequência didática aplicando o equipamento desenvolvido para introduzir os conceitos da qualidade do ar interior em aulas experimentais de conforto térmico e projeto integrado de climatização no curso de refrigeração e climatização.

REFERÊNCIAS

AGRA, Glenda *et al.* Analysis of the concept of Meaningful Learning in light of the Ausubel's Theory. **Rev. Bras. Enferm., Brasília**, v. 72, n. 1, p. 248-255, 2019. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0691>.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica**. Educação Profissional Técnica de Nível Médio Integrada ao ensino médio. Brasília, 2007.

CIAVATTA F., MARIA. A. **O trabalho como princípio educativo - Uma investigação teórico-metodológica (1930-1960)**. Rio de Janeiro: PUC-RJ, (Tese de Doutorado em Educação), 1990.

DA SILVA, Fernando Rodrigues *et al.* A relação da teoria cognitiva da aprendizagem significativa com a concepção de Ensino Médio Integrado na Educação profissional e tecnológica. **Revista Semiário De Visu**, v. 7, n. 2, p. 179-193, 2019. DOI: 00.0000/0000-0000.2018x0y0z

DORE, Rosemary. **Afinal, o que significa o trabalho como princípio educativo em Gramsci?** Cad. CEDES, Campinas, v. 34, n. 94, p. 297-316, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-32622014000300002>

GUEDES, Vanderson Nunes Maia. **Montagem de um refrigerador didático para abordagem de termodinâmica no ensino médio noturno diferenciado**. Natal: IFRN (Dissertação de mestrado em Física), 2015.

LABURU, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; SILVA, Osmar Henrique Moura da. **Multimodos e múltiplas Representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica**. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200014>.

LDB. **Leis de diretrizes e bases: lei nº 9.394**, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em fev. de 2021

LEITE, Marcos Antonio Pessôa. **Fotômetro portátil de baixo custo: experimentação e contextualização no ensino de química da educação básica**. Maceió: UFAL ((dissertação de mestrado em ensino de ciências e matemática, 2014.

LEMOS, Evelyse. **A teoria da aprendizagem significativa e sua relação com o ensino e com a pesquisa sobre o ensino**. Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review 2238-3905. 1. 47-52, 2011.

MANARCORDA, Mario Alighiero. **Marx e a Pedagogia Moderna. Tradução: Newton Ramos de Oliveira**. Campinas, SP: Alínea, 2007.

MAZUCATO, Thiago (Org.). **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. Penápolis: FUNEPE, 2018

MEYER, David., THEVENARD, Didier. PsychroLib: a library of psychrometric functions to calculate thermodynamic properties of air. **Journal of Open Source Software**, 4(33), 1137, 2019. <https://doi.org/10.21105/joss.01137>

MOREIRA, Marco António. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, Marco António. **Aprendizagem significativa crítica (critical meaningful learning)**. Teoria da Aprendizagem Significativa, v. 47, 2000.

MINAYO, Maria Cecília de Souza *et al* (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis-RJ: Vozes, 1994.

NATAL, Lânia Roque Fernandes. **Coordenação Cassandra Ribeiro Joye. Currículos e Programas da EPCT**. Fortaleza: UAB/IFCE, 2014

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Nova Hamburgo-RS: Feevale, 2013

SAVIANI, Dermeval. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**.152-165. 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000100012>