

---

---

**Educação Profissional e Tecnológica: integração entre o ensino de ciências e as práticas profissionais**

---

**Professional and Technological Education: integration between science teaching and professional practices**

---

**Educación Profesional y Tecnológica: integración entre la enseñanza de las ciencias y las prácticas profesionales**

---

Arruda, Fabio Pinto de<sup>1</sup> (São Paulo, São Paulo, Brasil)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7180-2233>

Zanotello, Marcelo<sup>2</sup> (São Paulo, São Paulo, Brasil)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2661-8637>

**Resumo**

A discussão em torno da Educação Profissional e Tecnológica ressurgiu no Brasil sob um cenário desafiador. Robôs, Inteligência Artificial e outras formas de tecnologia contribuem para a eliminação de postos de trabalho e ao mesmo tempo promovem o surgimento de novas profissões. O presente artigo analisa uma possível integração entre o ensino de ciências e práticas profissionais, através da realização de atividades investigativas, que colabore efetivamente na formação dos estudantes diante de tal situação. Trata-se de uma análise qualitativa de uma intervenção planejada por três estudantes, acompanhada pelo professor orientador e realizada no laboratório de uma faculdade pública de tecnologia situada no Município de São Paulo. A coleta de dados ocorreu durante seis meses e o material empírico consistiu na produção escrita e nas observações feitas durante experiências numa máquina de refrigeração. Observou-se ações de condicionamento promovida por várias situações, inclusive pelos métodos empíricos disseminados pelas empresas. Por outro lado, as mediações para integrar práticas científicas e profissionais evidenciaram a relevância do vínculo entre os objetivos da atividade de ensino e os motivos particulares da aprendizagem dos estudantes, notando-se indícios de atribuição de sentidos entre o fazer da prática e o pensar das ciências. Tais resultados, além de servirem como subsídios aos professores da educação tecnológica, ajudam a repensar possíveis caminhos à formação profissional dos trabalhadores diante dos desafios das novas profissões e dos saberes que elas exigem.

**Palavras-chave:** Educação profissional e tecnológica. Ensino de ciências. Práticas profissionais.

**Abstract**

The discussion around Professional and Technological Education resurfaces in Brazil under a challenging scenario. Robots, Artificial Intelligence and other forms of technology contribute to the elimination of jobs and at the same time promote the emergence of new professions. This article analyzes a possible integration between science teaching and professional practices, through the performance of investigative tasks, which effectively collaborates in the training of students in the face of such a situation. It is a qualitative analysis of an intervention planned by three students, accompanied by the supervising professor and carried out in the laboratory of a public technology college located in the city of São Paulo. Data collection took place over six months and the empirical material consisted of written production and observations made during experiments on a refrigeration machine. There were conditioning actions promoted by various situations, including the empirical methods disseminated by companies. On the other hand, the mediations to integrate scientific and professional practices showed the relevance of the link between the objectives of the teaching activity and the particular reasons for the students' learning, noting signs of attribution of meanings between doing the practice and thinking of the students the sciences. These results, in addition to serving as subsidies for technological education teachers, help to rethink possible ways for the professional training of workers in the face of the challenges of the new professions and the knowledge they require.

**Keywords:** Professional and technological education. Science teaching. Professional practices.

---

<sup>1</sup> Professor Titular da Faculdade de Tecnologia de Itaquerá. [fabio.arruda@fatec.sp.gov.br](mailto:fabio.arruda@fatec.sp.gov.br)

<sup>2</sup> Professor Associado da Universidade Federal do ABC. [marcelo.zanotello@ufabc.edu.br](mailto:marcelo.zanotello@ufabc.edu.br)

---

**Resumen**

La discusión en torno a la Educación Profesional y Tecnológica resurge en Brasil bajo un escenario desafiante. Los robots, la inteligencia artificial y otras formas de tecnología contribuyen a la eliminación de puestos de trabajo y al mismo tiempo promueven la aparición de nuevas profesiones. Este artículo analiza una posible integración entre la enseñanza de las ciencias y las prácticas profesionales, a través de la realización de tareas investigativas, que colabore efectivamente en la formación de los estudiantes ante tal situación. Se trata de un análisis cualitativo de una intervención planificada por tres estudiantes, acompañados por el profesor supervisor y realizada en el laboratorio de una escuela de tecnología pública ubicada en la ciudad de São Paulo. La recolección de datos se llevó a cabo durante seis meses y el material empírico consistió en la producción escrita y las observaciones realizadas durante los experimentos en una máquina de refrigeración. Hubo acciones condicionantes impulsadas por diversas situaciones, entre ellas los métodos empíricos difundidos por las empresas. Por otro lado, las mediaciones para integrar prácticas científicas y profesionales mostraron la relevancia del vínculo entre los objetivos de la actividad docente y las razones particulares del aprendizaje de los estudiantes, notando signos de atribución de significados entre hacer la práctica y pensar en los estudiantes en la ciencias. Dichos resultados, además de servir como subsidios para los docentes de educación tecnológica, ayudan a repensar las posibles vías para la formación profesional de los trabajadores frente a los desafíos de las nuevas profesiones y los conocimientos que requieren.

**Palavras-Clave:** Educación profesional y tecnológica. Enseñanza de las ciencias. Prácticas profesionales.

**Introdução**

A Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no Brasil encontra-se em evidência no contexto da política educacional devido a emergente necessidade do mercado de trabalho por profissionais capazes de lidar com o acelerado avanço das tecnologias. A Lei nº 11.741, de 16 de julho de 2008, alterou alguns dispositivos da Lei das Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB) e, diante disso, a EPT passou a ser considerada uma área específica dos programas de graduação e pós-graduação. Com efeito, pelo Decreto nº 8.268/14, foram modificadas as premissas do Decreto nº 5.154/04, sendo acrescentada na redação a indissociabilidade entre teoria e prática (BRASIL, 2004; 2014), a qual configura-se como foco da discussão.

A teoria, representada pelo ensino de ciências e o saber escolar, é tratada neste artigo como a essência (DAVÍDOV, 1988, tradução nossa) para priorizar o desenvolvimento do pensamento teórico do indivíduo e, conseqüentemente, vislumbrar soluções no campo da prática. O conhecimento científico é a base, ainda que de forma não evidente para muitos profissionais, para a maioria das rotinas empregadas na execução dos serviços técnicos. A termodinâmica, por exemplo, é uma área da física que se relaciona com a ciência da energia, em que processos como aquecimento e resfriamento, expansão ou compressão volumétrica, envolvem a submissão de massas e suas propriedades como volume, temperatura e pressão (BORGNAKKE; SONNTAG, 2018). Nesse interim, os fundamentos científicos encontram-se objetivados nos sistemas termomecânicos que abrangem a criação e o

funcionamento dos equipamentos de refrigeração. A termodinâmica foi propositalmente escolhida como um dos temas de destaque pelo seu imprescindível caráter de indissociabilidade com a prática no decorrer das argumentações apresentadas na produção experimental analisada mais adiante.

Já a prática profissional se insere nas controvérsias, pela disseminação dos métodos empíricos, pragmáticos e rotineiros, do saber cotidiano, sendo frequentemente empregada na resolução de problemas e nas situações habituais vivenciadas pelos profissionais no mercado de trabalho (ARRUDA, 2016; ARRUDA, MORETTI, 2019). Nessa lógica, a prática muitas vezes configura-se para os trabalhadores como separada e até mesmo contraditória em relação às teorias, naturalmente reforçando um fazer tácito impregnado no dia a dia das operações executadas no serviço. Na pesquisa desenvolvida por Arruda (2016), foram constatadas diversas situações da prática profissional em que ela é dissociada da teoria, evidenciando-se um caráter empírico e espontâneo na expectativa de se resolver o problema de maneira rápida e supostamente eficiente, mas que resultaram em sérias dificuldades quando, em situações que exigiam um nível de complexidade e abstração mais elevado, foi empregada inadequadamente ou não direcionando o melhor caminho para a solução de um problema.

Por exemplo, foi verificado que em situações da prática do trabalho é comum os profissionais da área de refrigeração utilizarem soluções habituais, espontâneas, aceitas pelo senso comum, mas que colocadas à prova se mostraram impróprias e inadequadas. Esse hábito também é por vezes transferido para o ambiente escolar de ensino profissional, onde em nome da autonomia, os estudantes tentam utilizar parâmetros equivocados para realização de projetos, diferentes daqueles orientados pela ciência (ARRUDA, 2016). Tais evidências reforçam a importância da orientação do professor no processo de ensino e aprendizagem e contradiz a lógica do aprender a aprender enfatizada por determinadas concepções contemporâneas, que se aventuram a consolidar a independência do estudante sem a mediação do professor (DUARTE, 2001).

Outra questão, não menos importante, relaciona o contexto social do trabalho e o uso das tecnologias. Alguns autores (BORLIDO, 2017; CIPRIANI; GRAMOLATI; MARI, 2018; MAGONE; MAZALI, 2016; SCHWAB, 2016) apontam que o avanço tecnológico, com a reorganização da indústria 4.0 e a chegada da quarta

revolução industrial, além da quebra de paradigmas, se apresenta como um desafio aos profissionais, tanto na integração das áreas de conhecimento quanto no âmbito de emergentes necessidades e profissões. Com isso, há uma tendência mundial de que muitas tarefas operacionais dos seres humanos sejam substituídas, por exemplo, pelos robôs, pela Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT) ou pela Inteligência Artificial (*Artificial Intelligence* - AI).

Nesse sentido, a pesquisa realizada por Homem *et al.* (2020) demonstra a execução de tarefas de robôs num jogo de futebol com a mesma destreza executadas por seres humanos, em que o agente autônomo aprende novos casos qualitativos em tempo de execução, sem assumir uma etapa de pré-processamento, graças ao algoritmo denominado de Raciocínio e Aprendizado Qualitativo Baseado em Casos (QCBRL). Uma revisão de literatura elaborada por Carniello e Zanotello (2020) enfatiza, já na Educação Básica, uma possível integração entre programação, jogos digitais e robótica educacional, o que presume adequações e mudanças no processo de ensino e aprendizagem.

Consequentemente, essas evidências sugerem repensar urgentemente as políticas educacionais e o processo de ensino e aprendizagem nas escolas técnicas e tecnológicas. Um processo de ensino e aprendizagem focado exclusivamente no desenvolvimento de habilidades e competências operacionais já demonstra ser insuficiente para uma proposta que esteja alinhada à formação ontológica, de compreensão da totalidade, como princípio educativo e orientada para a práxis transformadora (CIAVATTA, 1990; MANACORDA, 1990; RAMOS, 2009; KUENZER, 1988).

A forma como as empresas reestruturam seus processos produtivos provoca a desindustrialização, desemprego, precarização do trabalho e emerge o novo proletariado dos serviços (ANTUNES, 2018). Não é à toa a argumentação de Nosella (2012) sobre o avanço e a socialização da teoria, no Brasil, que remete a uma ação repressiva do capitalismo para alcançar seus objetivos, mas que uma análise histórica sobre o trabalho ajuda a compreender as raízes da dominação, que parte do *tripulium* (instrumento de tortura de três paus) da escravatura ao *labor* da burguesia (exploração do trabalhador nas indústrias). Nesse sentido, a tensão e contradição na EPT é praticamente constante. Entretanto, nossa proposta pretende oferecer alternativas ao explorar relações entre as situações da prática profissional e o ensino

de ciências. Nesse processo há contradições e aproximações, ambas fundamentais, porém um dos caminhos para emancipação e conscientização da classe trabalhadora é a educação (FREIRE, 1979), em que o conhecimento escolar se configura como essencial à proposta sugerida nesse artigo. Young (2007), considera o conhecimento escolar como poderoso, principalmente quando ligado às ciências, não unicamente, mas enquanto base para se fazer julgamentos.

Então, como a escola poderia promover a integração entre a prática profissional e o ensino de ciências? A partir dessa questão central, o objetivo da pesquisa apresentada neste artigo é evidenciar possíveis mediações que auxiliem os estudantes a atribuírem sentidos para integração entre a teoria e a prática na educação tecnológica. A partir da análise qualitativa de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) desenvolvido por três estudantes de graduação de uma faculdade pública de tecnologia, que se utilizaram de uma máquina de refrigeração para quantificar os prejuízos causados pela falta de manutenção, buscou-se exemplificar alguns aspectos do processo de ensino e aprendizagem que revelam contradições e aproximações dos estudantes, tanto da prática profissional quanto do ensino de ciências, no intuito de vislumbrar uma proposta concreta de integração por meio da realização de atividades investigativas.

### Referencial teórico

Uma consecução da prática pedagógica de tal ideia necessita a compreensão de alguns princípios da psicologia no âmbito dos aspectos do desenvolvimento cognitivo humano sobre o trabalho associado ao processo de ensino e aprendizagem escolar. Leontiev (2004), em sua obra denominada *O Desenvolvimento do Psiquismo*, apresenta estudos científicos sobre os limites intelectuais dos animais e a capacidade do ser humano, pelas suas características funções psíquicas superiores, de modificar a natureza e, conseqüentemente, a si mesmo pelo processo da atividade do trabalho. Os animais limitam-se basicamente em operações condicionadas para satisfazer suas necessidades de sobrevivência. Entretanto, o ser humano – por via do trabalho - avança essa barreira e aprimora, por exemplo, seu conforto, as técnicas de caça, seus instrumentos, planejamento das atividades e até a própria convivência em sociedade.

A concepção teórica de Leontiev (2014), denominada de teoria da atividade



humana, ajuda-nos a compreender duas características psicológicas do comportamento humano: operações e ações. A operação é determinada pela tarefa, cujo processo intelectual inicial do indivíduo é dirigido para o alvo (ação), mas adquire a forma de hábito automático ou modo de execução de um ato; essa operação só se transformará numa ação quando se coloca um novo propósito ao indivíduo. Na refrigeração, por exemplo, a habilidade de medir rotineiramente a temperatura de um sistema pode ser considerada uma operação, porém se em tal ato se propõe medi-la com um instrumento diferente e desconhecido, essa operação se transforma numa ação porque o alvo agora é adquirir habilidades para utilizar no instrumento, mas o objetivo continua sendo medir a temperatura.

Leontiev (2014) indica que, para além dos movimentos motores, as operações e ações também valem para os processos mentais. Há uma relação entre a ação interior teórica e a operação exterior prática, exemplificada a seguir:

Quando efetuo um trabalho científico a minha atividade é evidentemente mental, teórica. Todavia no decurso do meu trabalho apresenta-se uma série de fins cuja realização necessita de ações exteriores práticas. Suponhamos que temos que montar (montar e não imaginar ou projetar) uma instalação laboratorial; começo a estender os fios, a parafusar, serrar, soldar, etc.; ao montar esta instalação, efetuo operações se bem que práticas, não entram menos no conteúdo da minha atividade teórica e que fora delas estariam desligadas de sentido. Suponhamos agora que, para pôr em circuito um dos aparelhos da instalação, devo ter em conta a grandeza da resistência elétrica do conjunto do circuito elétrico; ao colocar o fio de borne, calculo mentalmente essa grandeza; neste caso é a minha ação prática que inclui uma operação intelectual (LEONTIEV, 2004, p. 127).

Nesse sentido, a indissociabilidade entre a teoria e a prática é incontestável, mas o problema recorrente e também pré-diagnosticado na pesquisa de Arruda (2016) incorre no afastamento entre as duas, ou ainda, no desprezo de uma delas seja na prática pedagógica do professor ou nas situações da prática profissional. Por exemplo, o professor pode ingenuamente, pela falta de uma formação pedagógica, ou ainda, propositalmente, ignorar a prática numa exposição teórica em sala de aula. Por outro lado, o profissional, pelo fator condicionante de sua própria prática, pode afastar e repulsar a teoria pelas próprias legitimações vivenciadas no decorrer de suas situações cotidianas do trabalho.

Por isso, os resultados da pesquisa que são apresentados a seguir nesse artigo demonstram claramente o problema por meio do diagnóstico de tais evidências, que estão presentes na cultura do trabalho e são automaticamente transferidas para

o ambiente escolar na EPT. Nossa análise qualitativa apresenta também situações que aproximam prática e ciência, vislumbrando-se na EPT um possível caminho por meio da pesquisa científica ao dar protagonismo aos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), que carecem de maiores investimentos e um olhar mais atencioso da própria instituição escolar.

## Método

A área de pesquisa em ensino de ciências e matemática realiza investigações em diversas linhas que podem contribuir para a formação dos estudantes na EPT, a fim de aproximar prática e teoria científica no sentido aqui considerado. Dentre as possíveis abordagens, tratamos no presente trabalho do denominado ensino por investigação (SASSERON, 2015; CARVALHO, 2013). Tal abordagem preconiza a participação ativa do aluno nos processos de ensino e aprendizagem, por exemplo, pela resolução de problemas que envolvam a aprendizagem conceitual na área científica relacionada ao problema e o desenvolvimento de habilidades pelo fazer científico. Destaca também o papel mediador do professor e a importância das interações dialógicas e argumentativas entre todos os envolvidos no processo.

Com o propósito de se analisar as potencialidades de tal integração entre referenciais do ensino de ciências, mais especificamente do ensino por investigação com a EPT, realizou-se uma análise qualitativa que tem como pressuposto o materialismo histórico dialético, pelo princípio da contradição, na qual as fontes de dados são a produção escrita e a observação. A execução de um TCC por um grupo de três estudantes foi acompanhada pelo professor orientador durante o desenvolvimento de um estudo experimental, realizado no interior de um laboratório de uma Faculdade pública de tecnologia, situada no Município de São Paulo. O objetivo dos estudantes foi tentar quantificar os prejuízos causados pela falta de manutenção nos trocadores de calor instalados no sistema de uma máquina de refrigeração. O equipamento foi preparado por eles para simulação dos efeitos da sujidade no evaporador (trocador de calor que retira calor do ambiente) e no condensador (trocador de calor que dissipa calor para o ambiente) e, posteriormente, realizadas medições, testes e análise teórica com base nas concepções da termodinâmica sob um ciclo de refrigeração por compressão de vapor que opera com

fluidos de trabalho e mudança de fase (BORGNAKKE; SONNTAG, 2018). Considera-se que atividades dessa natureza se caracterizam como parte de uma abordagem investigativa.

Tem-se como interesse demonstrar, principalmente, como se deu o movimento de pesquisados estudantes por meio de descrição e análise da produção escrita e das anotações realizadas durante o processo de acompanhamento. O olhar para os dados obtidos com a experimentação visa destacar a importância do ensino e da aprendizagem de ciências, além das percepções subjetivas do professor orientador sobre os participantes em meio as situações práticas e teóricas decorrentes do processo e das contradições. Diante disso, optou-se por uma abordagem indutiva, de conexão descendente, em que se parte das premissas mais particulares para constatações das leis e teorias (LAKATOS; MARCONI, 2017).

O procedimento de pesquisa foi delineado como um estudo de caso, porque consiste na observação detalhada de um contexto, acontecimento específico e de única fonte de documentos (BOGDAN; BIKLEN, 2013). Ao procurar extrair um amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2002) do objeto de estudo em movimento, a análise buscou inicialmente demonstrar algumas evidências características, tanto das situações da prática profissional quanto das concepções do ensino de ciências. No entanto, o foco culminou sobre os indícios que tal aproximação poderia trazer em benefício do processo de ensino e aprendizagem e aos indivíduos que dele fazem parte e interagem entre si.

Ressalta-se a importância do método de análise do problema sob o ponto de vista do desenvolvimento, evocado por três princípios, como sugere Vigotski (2007), em que se analisa o processo e não somente o resultado do objeto em si mesmo; as relações dinâmico-causais pela explicação da essência e não somente pela descrição da aparência externa; e, por fim, a análise dinâmica e histórica da execução do experimento a fim de compreender sua origem e diferenças em relação aos comportamentos automáticos e mecanizados oriundos das situações da prática profissional. Assim, estudar algo pelo próprio processo de mudança em sua constituição histórica presume a intenção de adotar um dos princípios básicos do método dialético (VIGOTSKI, 2007).



---

## Resultados

A primeira e importante decisão a ser tomada no processo de ensino e aprendizagem, antes da iniciação da pesquisa experimental realizada pelos estudantes, foi encontrar uma alternativa de estudo que estabelecesse uma atividade (LEONTIEV, 2014), ou seja, a relação entre os motivos particulares que estimulam os estudantes – quantificação dos prejuízos causados pela falta de manutenção em equipamentos de refrigeração - e o objeto da atividade de ensino, representado pela exploração e investigação do sistema de refrigeração de uma máquina por meio dos conceitos fundamentais da termodinâmica. Por isso, a ideia de quantificar prejuízos emerge de uma necessidade constantemente salientada em sala de aula na EPT e no dia a dia das práticas profissionais, inclusive declarada durante os diálogos realizados acerca das funções exercidas pelos participantes, que supervisionam e implementam soluções e reparações no campo da manutenção de sistemas de refrigeração.

Então, um ponto fundamental, que também pode ser concebido como um resultado da análise qualitativa, é *estabelecer antecipadamente um vínculo entre os objetivos da atividade de ensino e as particularidades da aprendizagem*. Moura (2010) compreende ensino e aprendizagem como unidades distintas, mas que a primeira precisa ser planejada a partir dos elementos da atividade humana (LEONTIEV, 2004). Assim, é sugerido que a atividade de ensino na EPT precisa ser representada pelo conhecimento científico no campo das ciências e seu respectivo processo de aprendizagem vinculado às práticas profissionais e a vivência dos participantes. Posto isso, a ideia de realização de um estudo experimental com análise científica diante de uma situação cotidiana da prática profissional, que é a manutenção de máquinas, se encaixa perfeitamente na proposta de aproximação entre teoria e prática e nas concepções da teoria da atividade humana de Leontiev (2004), que também conjectura conferir sentido à aprendizagem do estudante.

Logo no primeiro encontro, quando foi apresentada a ideia do trabalho e a proposta para orientação, observou-se certo desconhecimento dos participantes sobre a distinção entre um projeto de engenharia e um acadêmico. A prática cotidiana do trabalho profissional na área de refrigeração é permeada por projetos de engenharia, que se caracterizam pelo foco no resultado, aplicação de métodos estipulados por normas ou empíricos da própria organização – na maioria das vezes

sem a devida referência autoral - e distintos pela administração e etapas de gerenciamento pré-concebidas, ou seja, com foco nas necessidades do mercado de trabalho e não no indivíduo (ARRUDA, 2016). É dessa observação que se apresenta o primeiro indício relacionado às situações da prática profissional, *a ação condicionada pela aprendizagem de métodos empíricos empresariais*, que subtrai ao trabalhador os princípios conceituais e aprofundamento teórico, que até poderiam dar outros rumos à resolução de um problema. Nesse contexto, Harvey (1990, tradução nossa) esclarece que na maioria das condições do trabalho assalariado, o conhecimento e as decisões técnicas, geralmente, se encontram fora do alcance daquele indivíduo executor do trabalho.

Por isso, a proposta inicial do grupo era realizar uma simulação de sujidade e medições com os instrumentos, sendo que essas aplicações já seriam suficientes para justificar os prejuízos causados pela falta de manutenção. Entretanto, tal proceder se caracteriza como mero hábito operacional (LEONTIEV, 2004). Com efeito, emerge dessa segunda observação um outro indício característico das situações da prática profissional, que é o *hábito de se analisar um problema pela aparência do fenômeno*, em que Davíдов (1988, tradução nossa) e Vigotiski (2007) assinalam sua superação pelo propósito de ir além, pela investigação de sua essência.

Ao partir para a análise da produção textual, vislumbra-se na justificativa do trabalho de Costa, Santos e Silva (2018), um destaque para algumas fotografias que mostram situações reais do dia a dia de equipamentos danificados pela falta de manutenção. Tal evidência caracteriza um outro indício de situações da prática para a aprendizagem na EPT, *a importância do vínculo com a realidade*, pois conforme exemplifica Leontiev (2004), as ações e operações práticas e intelectuais são mediadas pelo reflexo psíquico e se relacionam no cérebro humano. Por exemplo, o simples ato isolado de limpar as serpentinas de uma condensadora de um sistema de refrigeração se caracteriza por uma operação prática, a qual pode não ter sentido teórico ao indivíduo se o fim estiver em si mesma, no simples ato de limpar para retirada da incrustação. Porém, ao se dar conta de que tal limpeza ajuda na condução do calor pela área do tubo de cobre e, assim, melhorar a eficiência do sistema de refrigeração, a ação exterior prática inclui uma operação interior teórica.

Com efeito, essa mesma proposta de Leontiev (2004) é também

evidenciada no decorrer dos estudos realizados pelos participantes quando vinculam uma situação da prática profissional aos conceitos de ciências, que envolvem a Matemática e a Física. No que tange a preparação do experimento, utilizam-se de uma máquina disponível no laboratório da faculdade. A dificuldade inicial era determinar como seria a simulação da sujidade no sistema para resultar em alterações no rendimento do equipamento. Após alguns encontros e discussões foi tomada a decisão de acoplar um dispositivo utilizado no mercado de trabalho denominado de *damper*, que regula a passagem e velocidade do ar em sistemas de ventilação, renovação e controle. A adaptação prática, conforme demonstrado na Figura 1, possibilitou o ensaio simulado e gradativo da troca de calor entre o fluido refrigerante, que escoar no interior da tubulação do sistema, sua parede de cobre que conduz o calor e o ar exterior que atua pelo contato com a respectiva área.

**Figura 1** – Máquina de refrigeração adaptada com reguladores de vazão do tipo *damper*



Fonte: Costa, Santos e Silva (2018)

Se a experiência fosse realizada com algum tipo de sujidade como graxa, pó, entre outros elementos que impedem a troca térmica, haveria uma imensa dificuldade em se mensurar valores para as condições variadas de rendimento do equipamento, agravada pela indisponibilidade dos estudantes. Aqui se apresenta um indício claro dessa relação teórico-prática, representada pelo *vínculo entre o fazer e o pensar* dos participantes. Parafraseando Leontiev (2004), o fazer está representado pela ação exterior prática, quando da realização de adaptação do dispositivo na máquina; e o pensar pela operação interior teórica, que levou em conta uma das grandezas fundamentais para o cálculo da taxa de transmissão do calor, que é a variação do volume do ar em contato com a área da tubulação de cobre dos

respectivos trocadores, que conduz o calor, regulada e quantificada pelo tamanho da abertura, cujo contato com a área da tubulação se dá pelo posicionamento das aletas articuladas por uma alavanca contida nos dispositivos instalados.

Após a determinação da variável controle, foram utilizados instrumentos e extraídas do sistema termodinâmico de refrigeração algumas medições relativas à grandezas da Física como temperaturas, pressões, vazão, tensão, corrente e potência do sistema de refrigeração da máquina, resumidos no Quadro 1.

**Quadro 1** – Valores obtidos nas medições em campo na máquina

PONTO (°C)	EQUIPAMENTO NO ESTADO INICIAL	Equipamento com damper 100% aberto	Equipamento com damper 50% fechado	Equipamento com damper 75% fechado	Equipamento com damper 100% fechado
T1 (TLS) °C	24,2	27	28,4	29,1	0
T2 (TLL) °C	40	41,7	44,5	45	0
T3 (TCD) °C	78,4	90,5	95	99	99,8
T4 (TEV) °C	3,4	4,3	5,3	5,7	0
T5 (TAE) °C	26,2	25	23,4	29,9	29,9
P1 (Pressão de descarga) Psig	195	195	215	230	280
P2 (Pressão de baixa) Psig	30	30	32	32,5	42,5
P3 (Pressão de sucção) Psig	30	30	32	32,5	42,5
Vazão de ar (m <sup>3</sup> /h) Evaporador	344,74	358,85	292,32	181,44	0
Vazão de ar (m <sup>3</sup> /h) Condensador	344,9	370,94	294,33	211,68	0
Vazão (m) Kg/h	14,94	14,94	14,94	14,94	0
Tensão (V)	235	235	235	235	235
Corrente (A)	2,7	2,7	2,82	2,9	3,2
Potência (W)	520	520	545	560	600

Fonte: Costa, Santos e Silva (2018, p. 40)

A relação do participante com instrumentos de trabalho é uma prática muito comum no âmbito dos serviços, da instalação e manutenção. Não pode ser pré-julgada como algo a se refutar, porém nessa etapa da análise foi possível observar que um dos participantes apresentou indícios de *condicionamento do comportamento pela tarefa operacional*. Inicialmente, quando o participante não tinha o domínio do manuseio e operação dos instrumentos, foram evidenciadas ações de aprendizagem como, por exemplo, o ajuste correto de posicionar o instrumento, a identificação da unidade de medida, entre outras situações. Com o constante uso pela experimentação, essas ações se transformam em operações, isto é, o que Leontiev (2014) define, na teoria da atividade humana, como um processo dirigido para um alvo, mas que adquire a forma de hábito automático. Vigotski (2014, p.116) aponta um

exemplo cotidiano que impõe limites à aprendizagem e caracteriza o tal hábito comportamental:

Aprender a usar uma máquina de escrever significa, na realidade, estabelecer um certo número de hábitos que, por si sós, não alteram absolutamente as características psicointelectuais do homem. Uma aprendizagem deste gênero aproveita um desenvolvimento já elaborado e completo, e justamente por isso contribui muito pouco para o desenvolvimento geral.

É por isso que nos bastidores do campo profissional esse hábito automático está sendo facilmente objetivado e absorvido pelos recursos da tecnologia, a exemplo da crescente utilização de robôs e da Inteligência Artificial no cumprimento de tarefas iguais e similares, obrigando - de certa forma - a busca pelo trabalhador por outras profissões e formas mais diversificadas de exercício do trabalho (SCHWAB, 2016).

Com efeito, a próxima etapa exigiu uma minuciosa análise da produção escrita, que inclui fatos relacionados aos conhecimentos do próprio sistema de refrigeração e seus componentes, assim como os conceitos e concepções da física, especificamente da termodinâmica. Pretende-se demonstrar a seguir outros indícios de contradições e aproximações entre as situações da prática profissional e o ensino de ciências.

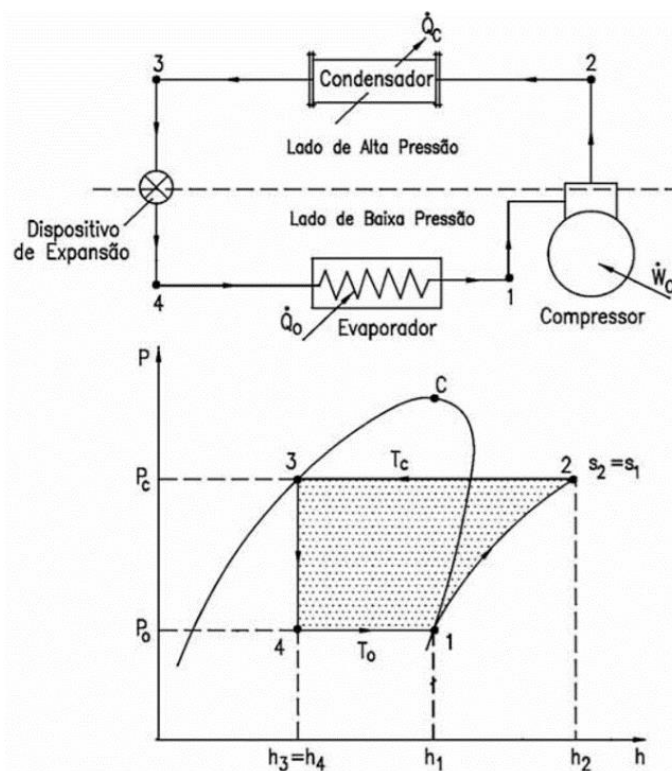
Na análise da produção escrita há evidências de que os estudantes realizaram um diagnóstico inicial do fenômeno pelo processo indutivo caracterizado pela verificação dos dados particulares extraídos do sistema por instrumentos e resumidos no Quadro 1. Eles constataram um aumento no consumo de energia de dez por cento devido o valor da potência (W) elétrica aumentar na medida em que ocorre o fechamento das aberturas dos dispositivos instalados nos trocadores de calor, o que simula um conseqüente aumento de sujidade também em valor percentual.

Essa afirmação por si só, sem um maior aprofundamento teórico e considerando as situações da prática profissional, configura-se um indício de que os valores foram quantificados, mas a justificativa da manutenção é embasada sob a *constatação de um conhecimento tácito*, em que há percepção da mudança ou alteração da potência permeada por uma conseqüente ação sobre o sistema, mas não se vislumbra a necessidade da explicação de seus motivos, já que a solução do problema não exige do indivíduo um conhecimento apurado sobre o assunto. Pela própria experiência cotidiana basta apenas realizar a “limpeza” da tubulação da

serpentina e a potência volta aos seus valores normais. Teoria para quê?

Por outro lado, numa aproximação clara entre as práticas profissionais e o ensino de ciências, uma análise teórico-prática detalhada para quantificar e explicar a perda de rendimento do sistema termodinâmico em função da obstrução simulada do trocador de calor levou em conta, primeiramente, a apropriação do conhecimento sobre o sistema, seus componentes de refrigeração e sua relação com o ciclo ideal para refrigeração de vapor, que utiliza um fluido refrigerante R-401a. A Figura 2 representa tal comparação.

**Figura 2** – Ciclo teórico de refrigeração por compressão de vapor



Fonte: Venturi e Pirani (2005, p. 39)

Os conceitos de pressão e entalpia, representados num diagrama de Mollier, em que o primeiro descreve os processos de compressão e expansão de vapor e o segundo a energia de trabalho requerida dentro de um sistema de refrigeração (DOSSAT, 2004), foram interpretados e analisados diante das propriedades do fluido refrigerante contido na máquina para determinação de cálculos e da progressão do Coeficiente de Performance (COP). O Quadro 2 demonstra um resumo dos resultados obtidos pelos cálculos e análise do diagrama da perda de rendimento termodinâmico em cada condição percentual simulada de sujidade.



**Quadro 2** – Valores obtidos pela análise do Diagrama de Mollier e cálculos

Bancada didática de refrigeração										
Resumo dos valores obtidos no Diagrama de Mollier e cálculos do COP										
Damper (sujidade)	entalpias (kJ/kg)				kg/s	kW	kW	$Q_{EV} / W_{CP}$	$Q_{EV} / W_{CP}$	Observações
	h1	h1a	h2	h3=h4	m	$Q_{EV}$	$W_{CP}$	COP real	COP ideal	
sem damper	355	370	395	240	0,00415	0,5395	0,52	1,0375	5,1	Máquina em início de funcionamento
100% aberto	355	370	396	239	0,00415	0,54365	0,52	1,0454		Máquina estabilizada
50% fechado	355	370	396	239	0,00415	0,498	0,545	0,9138		Aumento de potência consumida
75% fechado	350	365	410	245	0,00415	0,498	0,56	0,889		Aumento de potência consumida
100% fechado							0,6	*	*	Não foi possível medir, pois a máquina acionou o pressostato por segurança

Fonte: Adaptado de Arruda e Costa (2019)

Diferentemente da última análise superficial, o resumo descrito no Quadro 2 representa a capacidade de abstração teórica dos estudantes em virtude da aplicação de conceitos e concepções dos fenômenos da física. Para quantificar a perda de rendimento do sistema, foi calculado o calor do evaporador ( $Q_{EV}$ ) pela diferença das entalpias multiplicada pela vazão mássica ( $m$ ) do sistema. Em cada nível de simulação da sujidade (%) obtida pela divisão entre o calor do evaporador e potência do compressor ( $W_{CP}$ ), foi definido o valor do COP real em cada momento (ver coluna observações).

Desse modo, constatou-se que o efeito de resfriamento, considerando a capacidade do ciclo de resfriar calor no evaporador sobre a potência consumida do compressor, tornou-se decrescente, o que quantifica uma perda de rendimento de aproximadamente oito e meio por cento. A produção escrita ainda salienta em sua conclusão que ocorreu uma queda significativa na capacidade frigorífica com o aumento da potência elétrica consumida e na capacidade da troca de calor no evaporador. Desse modo, foram apresentados valores quantitativos em relação aos prejuízos causados pela falta de manutenção, estes legitimados agora *pelo embasamento de um conhecimento científico* sobre as concepções e conceitos da física que envolvem o problema.

Os resultados da análise qualitativa demonstram que entre as contradições se destaca a ação de condicionamento profissional promovida por várias situações, inclusive de alguns métodos empíricos disseminados pelas empresas. Por outro lado, as aproximações atestam a importância do vínculo entre os objetivos da atividade de ensino e os motivos particulares da aprendizagem dos estudantes, indicando uma

produção de sentidos pelos participantes que aproximam o fazer da prática ao pensar das ciências, configurando-se um processo claro de integração.

### Considerações finais

Após essa análise do processo de ensino e aprendizagem, novamente se questiona: por que devemos pensar numa integração entre o ensino de ciências e as práticas profissionais? Para responder, uma breve recordação do processo histórico sobre as mudanças no campo tecnológico é necessária. No final do período da terceira revolução industrial, marcada pela tecnologia da informação e automação dos processos industriais (RIFKIN, 2011, tradução nossa), as empresas e o setor de serviços inundaram a sociedade e o mercado de trabalho com ferramentas facilitadoras para execução de diagnósticos e tarefas operacionais como *softwares* e aplicativos, entre outras, em que seu manuseio subtrai do profissional a habilidade de detecção do problema e o conhecimento dos processos para resolver situações do cotidiano. Por isso, a pesquisa demonstrou que muitos impasses na área de refrigeração são resolvidos em campo pelo conhecimento tácito, que ainda parece legitimar para os profissionais o paradigma do distanciamento entre a teoria e a prática (Teoria para quê?).

Em contrapartida, a integração entre o ensino de ciências e a prática profissional se apresenta em vários momentos do estudo. Destaca-se a adaptação feita pelos estudantes de um dispositivo comum na prática cotidiana do trabalho, o qual foi adicionado à máquina para controlar a variação da troca térmica e simular as condições de sujidade, ou seja, um indício claro de que os estudantes realizaram a integração entre prática e teoria ao associarem a regulagem do dispositivo aos conceitos da Física e da Matemática comprovada pelo resultado da investigação. Outro indício contundente de integração revelou-se pelo processo de investigação que se iniciou pela prática, com observação e medição, constatando a queda do desempenho do equipamento. A partir desses dados empíricos ocorre um processo de desenvolvimento teórico envolvendo cálculos e análise do ciclo de refrigeração sob os conceitos das grandezas da Física, como energia, calor e potência, o que resultou em quantificar a perda de rendimento da máquina.

Todavia, quando se desloca o eixo da visão do problema de campo para o âmbito da pesquisa científica e acadêmica, do saber escolar, se obtém indícios de que tal proceder ajudou os estudantes-trabalhadores à constituírem sentidos pela

importância do entendimento dos conceitos e concepções da ciência; pela compreensão da lógica de funcionamento e proposição de soluções ancoradas ao conhecimento científico no campo do trabalho. A contribuição dos resultados da presente pesquisa reforça que ambos os conhecimentos, tanto tácito quanto científico, têm o seu lugar na prática profissional, porém é preciso, no processo de ensino e aprendizagem da EPT, desvendar e esclarecer tais condições específicas no plano da prática pedagógica.

Também é evidente que a função operacional e tácita está sendo substituída pela tecnologia, representada pelos robôs, pela inteligência artificial, o que elimina muitos postos de trabalhos nas empresas. A quarta revolução industrial deixa claro que o foco do mercado de trabalho está na busca de profissionais que necessitam resolver problemas para além da operacionalização. Assim, as escolas de ensino profissional e tecnológico precisam urgentemente rever seus currículos, a formação de seus professores e seus métodos de ensino a fim de contribuir efetivamente para integrar teoria e prática, articulando o conhecimento científico e o empírico.

Novamente, parafraseando Leontiev (2004), as operações e ações do trabalho só se tornam significativas aos profissionais e estudantes-trabalhadores quando se estabelece uma atividade de ensino alinhada aos seus motivos, sentidos e necessidades. Desse modo, a insistência num ensino teórico desvinculado da prática, de concepções descontextualizadas, em que o estudante da EPT não consegue atribuir sentidos para tais fatos, assim como difundir uma aprendizagem de cunho apenas operacional, que deixa de analisar os processos e princípios, não contribui para a realidade da situação social e precisa ser repensada conforme revelam as evidências da análise qualitativa apresentada.

Incentivar a pesquisa na EPT é um grande desafio diante da política educacional dos cursos de tecnologia ainda engessada na adoção de um currículo sistematizado em módulos, organizado por grade curricular, sem flexibilização das disciplinas (ANASTASIOU, 2007) e de insuficientes propostas para formação pedagógica de professores da educação tecnológica. A alternativa encontrada foi incentivar a pesquisa por meio dos trabalhos de conclusão de curso, cujo caminho estabelece certa autonomia aos professores e estudantes, inclusive nas decisões e discussões para o encaminhamento e prosseguimento de uma pesquisa de caráter

---

científico.

Os resultados apresentados revelam o lugar do saber escolar, neste artigo representado pela pesquisa no contexto da EPT e pelo conhecimento científico. Porém, no contexto da educação tecnológica, é preciso aproximar o saber escolar das situações da prática profissional e do saber cotidiano, que por si só não garante um desenvolvimento intelectual humano capaz de mobilizar o indivíduo a agir sob condições de abstrações mais complexas exigidas no campo do trabalho. Cabe salientar que as políticas educacionais e institucionais não devem priorizar, em primeiro plano, as necessidades do mercado de trabalho, mas sobretudo o desenvolvimento do pensar do ser humano (ARRUDA, 2016).

Compreender os motivos e sentidos dos indivíduos envolvidos nos contextos dos processos de ensino e da aprendizagem de ciências e associá-los às práticas profissionais são caminhos a serem trilhados por futuras pesquisas que se proponham a repensar a EPT. Evidencia-se pelos resultados que a abordagem do ensino por investigação é uma linha de pesquisa bem estabelecida na área de ensino de ciências e pode contribuir nesse intuito. Talvez assim se justifique a integração da teoria da prática no campo profissional que, conseqüentemente, poderá minimizar os anseios e as angústias dos trabalhadores que se encontram sem rumo para prospectar o futuro em meio às mudanças aceleradas e avassaladoras promovidas pelo capitalismo, suas crises e revoluções tecnológicas.

## Referências

ANASTASIOU, L. das G. C. **Propostas curriculares em questão: saberes docentes e trajetórias de formação.** In: CUNHA, Maria Isabel (Org.). Reflexões e práticas em pedagogia universitária. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico). Campinas/SP: Papyrus, p. 43-62, 2007.

ANTUNES, R. **O privilégio da servidão: o novo proletariado de serviços na era digital,** 1. ed. São Paulo: Boitempo, 2018.

ARRUDA, F. P. de. **Aprendizagem de projetos no ensino técnico: contribuições da teoria histórico-cultural para o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.** 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2016.

ARRUDA, F. P. de; MORETTI, V. D. Desenvolvimento do pensamento teórico na educação profissional: em busca da superação dialética da prática. **Educação e Pesquisa** (USP. Impresso), v. 45, p. 1 / e201768-19, 2019.

ARRUDA, F. P. de; COSTA, J. D. da. **A importância da manutenção e sua relação com o ciclo termodinâmico de refrigeração**. 2019. Trabalho apresentado ao XVI Congresso Brasileiro de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação, Aquecimento e Tratamento do ar, São Paulo, 2019.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 2013.

BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E. **Fundamentos da termodinâmica**. 2. ed. Tradução: Roberto de Aguiar Peixoto. São Paulo: Blucher, 2018.

BORLIDO, D. J. A. **Indústria 4.0: Aplicação a sistemas de manutenção**. Portugal: Universidade do Porto, 2017.

BRASIL. **Decreto nº 5.154**, de 23 de julho de 2004. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2004]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5154.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5154.htm). Acesso em: 05 jun. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 8.268**, de 18 de junho de 2014. Altera o Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004, que regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, DF: Presidência da República, [2014]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8268.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8268.htm#art1). Acesso em: 05 jun. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.741**, de 16 de julho de 2008. Altera dispositivos da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para redimensionar, institucionalizar e integrar as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica. Brasília, DF: Presidência da República, [2008]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Lei/L11741.htm#art3](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11741.htm#art3). Acesso em: 05 jun. 2020.

CARNIELLO, A.; ZANOTELLO, M. Desenvolvimento de habilidades digitais na escola por meio de integração de jogos digitais, programação e robótica educacional virtual. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v. 11, p. 176-198, 2020.

CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CIAVATTA F., M. A. **O trabalho como princípio educativo: uma investigação teórico-metodológica (1930-1960)**. 1990. Tese (Doutorado) Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 1990.

CIPRIANI, A.; GRAMOLATI, A.; MARI, G. **Il lavoro 4.0: la quarta rivoluzione industriale e le trasformazioni delle attività lavorative**. Firenze: Firenze University Press, 2018.

COSTA, J. D. da; SANTOS, E. R. S. dos; SILVA, G. R. **A importância da manutenção preventiva e sua relação com o desempenho termodinâmico do ciclo de refrigeração.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Refrigeração, Ventilação e Ar-Condicionado) - FATEC Itaquera Prof. Miguel Reale, São Paulo, 2018.

DAVÍDOV, V. **La enseñanza el escolar y el desarrollo psíquico:** investigación psicológica, teórica y experimental. Traducido del ruso por Marta Shuare, Ph. D. en psicología. Moscú: Editora Progreso, 1988.

DOSSAT, R. J. **Princípios de refrigeração.** São Paulo: Editora Hemus, 2004.

DUARTE, N. **Vigotski e o aprender a aprender:** críticas às apropriações neoliberais e pós-modernas a teoria vigotskiana. Campinas, SP: Autores Associados, 2001.

FREIRE, P. **Conscientização:** teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. Tradução: Kátia de Mello e Silva. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HARVEY, D. **La condición de la pos modernidad:** investigación sobre los Orígenes del cambio cultural. Buenos Aires, ARG: Amorrortu editores, 1990.

HOMEM, T. D.; SANTOS, P. E.; REALI, A. H. C.; BIANCHI, R. A. da C.; LOPEZ DE MANTARAS, R. L. de. Qualitative case-based reasoning and learning. **Artificial Intelligence**, v. 283, p. 103258. ELSEVIER, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0004370218303424?via%3Dihub>. Acesso em: 05 jun. 2020.

KUENZER, A. Z. Ensino de 2º. grau. **O trabalho como princípio educativo.** São Paulo: Cortez, 1988.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo.** 2. ed. Tradução: Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 2004.

LEONTIEV, A. N. **Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil.** In: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. 13. ed. Tradução: Maria da Pena Villalobos. São Paulo: Ícone, p. 59-102, 2014.

MAGONE, A.; MAZALI, T. **Industria 4.0:** Uomini e macchine nella fabbrica digitale. Milano: Casa editricegoWare, Guerini e Associati, 2016.

MANACORDA, M. A. **O princípio educativo em Gramsci.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1990.



MOURA, M. O. *et al.* **Atividade Orientadora de Ensino como unidade entre ensino e aprendizagem.** In: MOURA, M. O. A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural. Brasília: Liber Livro, 2010.

NOSELLA, P. **Trabalho e educação:** do tripalium da escravatura ao labor de burguesia: do labor da burguesia à poiésis socialista. In: GOMEZ, Carlos Minayo *et al.* Trabalho e Conhecimento: dilemas na educação do trabalhador. 6. ed. São Paulo: Cortez, p. 39-58, 2012.

RAMOS, M. Concepções e práticas pedagógicas nas escolas técnicas do sistema único de saúde: fundamentos e contradições. **Revista Trab. Educ. Saúde**, v. 7, suplemento, Rio de Janeiro, p. 153-173, 2009. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-77462009000400008&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-77462009000400008&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 03 jun. 2020.

RIFKIN, J. **The third industrial revolution:** how lateral power is transforming energy, the economy and the world. New York: St. Martin's Griffin, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial.** 1. Ed. São Paulo: Edipro, 2016.

VENTURINI, O. J.; PIRANI, M. J. **Eficiência energética em sistemas de refrigeração comercial e industrial.** Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2005.

VIGOTSKI, L. **S.A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar.** In: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. 13. ed. Tradução: Maria da Pena Villalobos. São Paulo: Ícone, p. 103-117, 2014.

YOUNG, M. F. D. **Para que servem as escolas?** Educação & Sociedade, v. 28, n. 101, p. 1287-1302, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v28n101/a0228101.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2020.

**Fabio Pinto de Arruda.**

São Paulo, São Paulo, Brasil

Tecnólogo (2001) em Mecânica pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo. Formação Pedagógica (2003) pela Universidade Metodista de Piracicaba. Especialização (2007) em gerenciamento de projetos pela Universidade São Judas Tadeu. Mestre (2016) em Educação pela Universidade Federal de São Paulo. Doutorando (2019) em Ensino das ciências e da matemática pela Universidade Federal do ABC. É Professor Titular da Faculdade de Tecnologia de Itaquera. Orienta pesquisas nas áreas de Ensino e aprendizagem de Refrigeração, Ventilação e Ar-condicionado.

**Email:** fabio.arruda@fatec.sp.gov.br

**Link do Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/2131383367214024>

**Marcelo Zanotello.**

São Paulo, São Paulo, Brasil

Bacharel (1994) e Licenciado (2003) em Física pela Universidade Estadual de Campinas. Mestre (1998) e Doutor (2003) em Engenharia Mecânica, na área de Materiais e Processos, pela Universidade Estadual de Campinas. É Professor Associado da Universidade Federal do ABC. Orienta pesquisas nas áreas de Ensino-aprendizagem em Ciências/Física e Formação de Professores de Ciências/Física.

**Email:** marcelo.zanotello@ufabc.edu.br

**Link do Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/5620407914151409>

**Recebimento:** 11/07/2020

**Aprovação:** 15/08/2020



**Q.Code**

**Editores-Responsáveis**

[Prof. Dr. Enéas de Araújo Arrais Neto](#), Universidade Federal do Ceará - UFC, Brasil

[Prof. Dr. Arno Münster](#), Universidade de Amiens - Paris, França