

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS INOVADORAS PARA A SUPERAÇÃO DE DÉFICITS EM MATEMÁTICA E HABILIDADES DIGITAIS DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL PÓS-MÉDIO DO EIXO CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS

INNOVATIVE PEDAGOGICAL STRATEGIES TO OVERCOME DEFICITS IN MATHEMATICS AND DIGITAL SKILLS OF POST-SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION STUDENTS IN THE INDUSTRIAL CONTROL AND PROCESSES FIELD

ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS INNOVADORAS PARA SUPERAR LAS DEFICIENCIAS EN MATEMÁTICAS Y HABILIDADES DIGITALES DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN VOCACIONAL POSTSECUNDARIA EN EL CAMPO DEL CONTROL Y PROCESOS INDUSTRIALES

Reinaldo Varela

Orientador: Prof. Dr. Daniel Laiber Bonadiman

RESUMO

Este artigo investiga os déficits de aprendizado em matemática e física apresentados por estudantes do ensino técnico, especificamente nos cursos de Mecânica e Eletrotécnica do eixo de Controle e Processos Industriais. Embora o ensino profissionalizante desempenhe um papel crucial no desenvolvimento tecnológico do país, ao qualificar mão de obra especializada para o mercado de trabalho, observa-se que os alunos que ingressam nesses cursos técnicos pós-médio frequentemente enfrentam dificuldades em ciências exatas. Essa defasagem é atribuída a dois fatores principais: a ineficácia de processos de aprendizagem em sua formação inicial e o longo tempo de afastamento das salas de aula, uma vez que muitos estudantes retornam aos estudos após um período de inatividade profissional. Além disso, mesmo na era digital, uma parcela significativa desses alunos demonstra desconhecimento no uso de softwares básicos, como editores de texto e planilhas eletrônicas, o que impede a interação eficaz com as disciplinas que exigem competências digitais. Diante desse cenário de defasagem, a presente pesquisa adota uma abordagem Exploratório-Propositiva com o objetivo de diagnosticar a magnitude e as causas dessa tríade de déficits (Exatas, inatividade e Letramento Digital). Com base em um diagnóstico aprofundado, o estudo visa propor um framework de estratégias pedagógicas inovadoras, indicando as abordagens mais viáveis e contextualizadas para a remediação desses déficits, garantindo,

assim, a qualificação profissional dos estudantes para as exigências da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Déficit de aprendizagem; ensino técnico; ciências exatas; letramento digital; estratégias pedagógicas

ABSTRACT

This article investigates the learning deficits in Mathematics and Physics presented by students in technical education, specifically in the Mechanical and Electrical Engineering courses within the Industrial Control and Processes axis. Although vocational education plays a crucial role in the country's technological development by qualifying specialized labor for the job market, it is observed that students entering these post-secondary technical courses frequently face difficulties in the exact sciences. This gap is attributed to two main factors: the ineffectiveness of learning processes in their initial schooling and the long period of absence from the classroom, since many students return to their studies after a period of professional inactivity. Furthermore, even in the digital age, a significant portion of these students demonstrates a lack of knowledge in using basic software, such as text editors and spreadsheets, which prevents effective interaction with disciplines that require digital competencies. Given this scenario of deficits, the current research adopts an Exploratory-Propositive approach with the goal of diagnosing the magnitude and causes of this triad of deficits (Exact Sciences, Inactivity, and Digital Literacy). Based on an in-depth diagnosis, the study aims to propose a framework of innovative pedagogical strategies, indicating the most viable and contextualized approaches for the remediation of these deficits, thus ensuring the professional qualification of students for the demands of Industry 4.0.

Keywords: Learning deficit; technical education; exact sciences; digital literacy; pedagogical strategies.

RESUMEN

Este artículo investiga los déficits de aprendizaje en Matemáticas y Física presentados por estudiantes de la educación técnica, específicamente en los cursos de Mecánica y Electrotecnia del eje de Control y Procesos Industriales. Aunque la educación profesionalizante desempeña un papel crucial en el desarrollo tecnológico del país, al calificar mano de obra especializada para el mercado laboral, se observa que los alumnos que ingresan a estos cursos técnicos post-secundarios frecuentemente enfrentan dificultades en las ciencias exactas. Este rezago se atribuye a dos factores principales: la ineficacia de los procesos de aprendizaje en su formación inicial y el largo tiempo de alejamiento de las aulas, dado que muchos estudiantes regresan a los estudios después de un período de inactividad profesional. Además, incluso en la era digital, una parte significativa de estos

alumnos demuestra desconocimiento en el uso de software básico, como editores de texto y hojas de cálculo, lo que impide la interacción efectiva con las asignaturas que exigen competencias digitales. Ante este escenario de rezago, la presente investigación adopta un enfoque Exploratorio-Propositivo con el objetivo de diagnosticar la magnitud y las causas de esta tríada de déficits (Exactas, Inactividad y Alfabetización Digital). Con base en un diagnóstico profundo, el estudio busca proponer un marco de estrategias pedagógicas innovadoras, indicando los enfoques más viables y contextualizados para la remediación de estos déficits, garantizando así la cualificación profesional de los estudiantes para las exigencias de la Industria 4.0.

Palabras clave: Déficit de aprendizaje; educación técnica; ciencias exactas; alfabetización digital; estrategias pedagógicas.

1 INTRODUÇÃO

A indústria no Brasil sempre impulsionou nossa economia, sendo sinônimo de modernização e criadora de empregos essenciais, mas o cenário está em transformação. A aceleração tecnológica global exige que nosso setor produtivo mergulhe de cabeça na Indústria 4.0, integrando tecnologias como a Internet das Coisas (IoT) e a Inteligência Artificial (IA); essa mudança não é opcional, é a chave para manter nossa indústria competitiva e eficiente diante da concorrência mundial.

Para que essa guinada seja um sucesso, dois pilares precisam avançar juntos, as empresas devem investir pesado em capital físico e tecnológico e de forma inseparável, precisam forjar um capital humano à altura. A Educação Profissional e Tecnológica (EPT) como a Lei de Diretrizes e Bases (LDB Lei nº 9.394/96 Art 39) bem define é o caminho crucial para qualificar essa força de trabalho especializada unindo as dimensões do trabalho da ciência e da tecnologia.

A velocidade das inovações impõe a necessidade de requalificação contínua da nossa força de trabalho. A verdade é cristalina: de nada adianta ter as máquinas mais avançadas se não houver técnicos capazes de operá-las, otimizá-las e resolver os problemas complexos que o novo paradigma de Controle e Processos Industriais apresenta. É a competência do profissional que converte o investimento tecnológico em valor real e vantagem competitiva.

É justamente nesse ponto de encontro entre a urgência industrial e a qualificação da mão de obra que surge o foco principal desta investigação. A literatura educacional já aponta a crise de proficiência em Matemática e Física no Ensino Médio regular. O PISA 2022 mostrou que mais de 70% dos estudantes brasileiros ficaram abaixo do nível mínimo em Matemática [OCDE 2023], mas essa defasagem tem reflexos particularmente sérios e pouco explorados no ensino técnico .

Nos cursos técnicos pós-médio de mecânica e eletrotécnica da região serrana de Santa Catarina a fragilidade nas ciências exatas se torna um obstáculo pesado para o desenvolvimento de competências cruciais, pois a indústria moderna, exige conhecimento em cálculo técnico e no domínio de habilidades digitais.

Essa lacuna é agravada por dois fatores que atingem muitos alunos: primeiro, a formação inicial deficiente, onde os estudantes chegam ao técnico sem o domínio das habilidades básicas de raciocínio lógico e quantitativo; segundo, o longo tempo fora da sala de aula para aqueles que retomam os estudos após um período de inatividade ou trabalhando em áreas diferentes. Essa pausa não só causa o esquecimento de conteúdos antigos, como também cria dificuldades na adaptação à rotina e aos métodos de estudo exigidos.

Para completar, observou-se que mesmo no pós-médio uma parcela crítica desses alunos demonstra desconhecimento básico no uso de softwares essenciais como editores de texto e planilhas eletrônicas, o que impede a interação eficaz com as disciplinas que exigem competências digitais.

A análise conjunta dessa defasagem, que envolve a tríade de problemas em exatas, inatividade profissional e o letramento digital, ainda é um terreno insuficientemente explorado na literatura que costuma focar na formação básica ou no ensino superior, assim, a ligação entre o impacto da transição escola-trabalho-escola e a necessidade urgente de competências digitais básicas

para ter sucesso no eixo de controle e processos industriais é o principal vácuo teórico que esta pesquisa quer preencher.

Com este panorama, o objetivo central deste trabalho é identificar e elencar uma variedade de estratégias pedagógicas inovadoras que possam diminuir essas dificuldades, assim, contribuindo para melhorar a qualificação profissional e humana dos estudantes desta região.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Diagnosticar os déficits de aprendizagem em ciências exatas e letramento Digital de estudantes dos cursos técnicos do eixo controle e processos industriais na região serrana de Santa Catarina, e analisar a adequação de estratégias pedagógicas inovadoras para mitigar essas lacunas, visando a melhoria do desempenho acadêmico e a qualificação profissional exigida pela Indústria 4.0 na região.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Mapear e diagnosticar o perfil de proficiência em matemática e física dos estudantes ingressantes nos cursos técnicos de mecânica e eletrotécnica na região, correlacionando-o com o histórico de formação inicial e o tempo de inatividade escolar.
- Identificar o nível de letramento digital dos estudantes, especificamente o domínio do uso de softwares básicos como editores de texto e planilhas eletrônicas, e sua influência na interação com as disciplinas que exigem essas competências.
- Propor um conjunto de estratégias pedagógicas inovadoras, como, por exemplo: metodologias ativas, blended learning, aulas de reforço contextualizadas,

voltadas especificamente para a superação dos déficits identificados em ciências exatas e competências digitais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nas últimas décadas, o avanço acelerado das tecnologias abriu caminho para o que chamamos de Quarta Revolução Industrial, ou simplesmente Indústria 4.0. Esse movimento vai muito além da automação tradicional: envolve a integração profunda entre sistemas ciber físicos, Internet das Coisas Industrial (IIoT) e Inteligência Artificial, redesenhando a maneira como os processos produtivos acontecem e modificando, de forma significativa, o próprio mundo do trabalho.

O novo cenário industrial se apoia em uma produção mais inteligente, flexível e eficiente. As fábricas tornam-se ambientes hiperconectados, onde máquinas assumem grande parte das operações, enquanto a análise, a tomada de decisões e a articulação entre dados e processos continuam exigindo intervenção humana. Por isso, a transformação digital não pode ser vista apenas como uma questão técnica: ela depende do alinhamento entre tecnologia e pessoas, o que requer profissionais capazes de atuar de maneira multidisciplinar, com pensamento crítico e visão sistêmica — competências indispensáveis para manter a competitividade.

Essa mudança, além de tecnológica, é estrutural. Modifica relações sociais, redesenha modelos econômicos e desafia sistemas educacionais. Como lembra Schwab (2016, p.12), “a Quarta Revolução Industrial é caracterizada por uma fusão de tecnologias que está borrando as linhas entre as esferas física, digital e biológica”. Trata-se de um processo que avança de forma exponencial, causando rupturas em diversos setores e transformando métodos de produção, gestão e governança.

Nesse contexto, a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) encontra-se diante da necessidade urgente de se reinventar. Já não basta formar trabalhadores para executar tarefas específicas; é preciso desenvolver competências que permitam aprender continuamente, resolver problemas complexos e dominar fundamentos científicos que sustentam as novas tecnologias. A CEPAL (2018, p.89) reforça essa visão ao afirmar que “a educação técnica e profissional deve deixar de ser uma qualificação estática e passar a ser um mecanismo de aprendizagem contínua e de fomento a uma cultura de inovação”.

Em resumo, a Indústria 4.0 não representa apenas uma revolução nos meios de produção, mas também uma profunda transformação nas competências técnicas e digitais exigidas dos profissionais que atuarão nesse novo ambiente produtivo.

2.1 Déficit de aprendizagem em ciências exatas

O diagnóstico da realidade educacional aponta para um problema estrutural: a persistente deficiência na proficiência em ciências exatas por parte dos estudantes que ingressam no ensino técnico, especialmente nas modalidades pós-médio. A observação sistemática, notadamente nos cursos de mecânica e eletrotécnica que pertencem ao eixo de controle e processos industriais e são cruciais para o desenvolvimento socioeconômicos regionais, revela que a aplicação da matemática e do raciocínio lógico constitui um obstáculo severo para a progressão acadêmica. A estrutura curricular desses cursos é intrinsecamente dependente de cálculos matemáticos e princípios físicos para a execução de tarefas rotineiras do setor fabril, como o dimensionamento de componentes, a interpretação de diagramas elétricos, cálculos de parâmetros de máquinas e cálculos elétricos, além disso, o profissional técnico deve dominar ferramentas de gestão e planejamento essenciais, como a análise de lead time e a otimização de fluxos de produção.

2.2 A natureza da defasagem e a barreira cognitiva

A dificuldade observada nos estudantes não se restringe à memorização de fórmulas, mas reside na incapacidade de mobilizar o raciocínio lógico-quantitativo para a interpretação e solução de problemas técnicos. As ciências exatas funcionam como uma linguagem fundamental para a profissão, e a ausência dessa competência cria uma barreira intransponível que impede o aluno de avançar para conceitos técnicos mais complexos, como os exigidos pela Indústria 4.0.

Esse déficit é, muitas vezes, consolidado pela fragilidade da formação inicial e pelos próprios mecanismos de progressão escolar. A tendência de flexibilizar os critérios de aprovação, visando reduzir a evasão e a reprovação, pode resultar no fenômeno do “avanço sem aprendizado” ou “promoção automática”. Tal prática, que permite a compensação de notas ou o “afrouxamento” dos critérios em detrimento da proficiência mínima em disciplinas cruciais como matemática ou física, viola a natureza sequencial e cumulativa do conhecimento em exatas. Afinal, A progressão continuada, como está sendo implementada, [traz] o risco de uma ilusão de conhecimento, comprometendo o processo sequencial do aprendizado, (PEREIRA, 2017). O estudante, ao ingressar no ensino técnico, já carrega um déficit estrutural que não foi remediado no ciclo anterior, o que inviabiliza a absorção imediata do conteúdo profissionalizante e compromete a qualidade final da sua formação técnica

2.3 Dupla causalidade e o desafio da andragogia

A situação do estudante pós-médio é agravada por uma dupla causalidade: a já mencionada ineficácia da formação inicial e o longo tempo de afastamento da sala de aula. Muitos alunos da modalidade pós-médio retornam aos estudos após anos de inatividade profissional. Esse hiato não apenas resulta no esquecimento de conteúdos pregressos, mas impõe uma dificuldade na readaptação à rotina e ao rigor acadêmico. A natureza desse público exige, portanto, uma análise focada em Andragogia (educação de adultos), que conecte o conhecimento teórico à vivência profissional.

A relevância da experiência do aluno como recurso central para a aprendizagem é um princípio fundamental: "O papel da experiência dos aprendizes é fundamental para o adulto, serve de base para o seu aprendizado" (Knowles, 1990, p. 57). Assim, para superar a aversão às disciplinas de cálculo e a dificuldade de readaptação, o ensino deve ser estruturado para valorizar e utilizar ativamente essa bagagem de vida e conectá-la aos conteúdos técnicos.

2.4 A lacuna crítica do letramento digital aplicado

Ademais, a defasagem se estende ao domínio tecnológico básico, um aspecto crucial para o novo cenário industrial. O letramento digital para a área técnica transcende o uso passivo de mídias sociais, ele exige competência funcional e crítica para a utilização estratégica de softwares essenciais à área. Tal competência abrange o domínio de planilhas eletrônicas, editores de texto para relatórios, simuladores CAD/CAM e até o manejo de ferramentas como softwares de desenho assistido por computador (CAD). Essas habilidades são vitais para a análise, representação gráfica e simulação de dados técnicos, constituindo a base para a interação eficaz com as tecnologias de controle e processos industriais.

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, com abordagem qualitativa e quantitativa, que busca diagnosticar a magnitude e as causas dos déficits em ciências exatas e letramento digital entre estudantes dos cursos técnicos de mecânica e eletrotécnica da região serrana de Santa Catarina. Além disso, caracteriza-se como propositivo, na medida em que apresenta um quadro de estratégias pedagógicas inovadoras fundamentadas no diagnóstico realizado.

A população alvo são os estudantes dos cursos técnicos pós-médio de mecânica e eletrotécnica vinculados às instituições públicas. A amostra foi

determinada por conveniência, incluindo participantes que estivessem disponíveis e aceitassem colaborar voluntariamente com a pesquisa. Para fins deste diagnóstico, foram coletadas e analisadas 28 respostas válidas de estudantes dos referidos cursos. O instrumento de coleta de dados utilizado foi um questionário diagnóstico composto por questões de perfil (histórico escolar e tempo de inatividade), autoavaliação de segurança em cálculo e letramento digital, e questões objetivas de múltipla escolha para aferição de proficiência em competências de ciências exatas e letramento digital aplicado.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Perfil do estudante e o fator “inatividade”

Os dados coletados de 20 alunos ingressantes dos cursos técnicos do eixo controle e processos industriais revelam um perfil com carências significativas. A descontinuidade na base escolar é marcada da seguinte forma: 60 % dos alunos estão afastados dos estudos há quatro anos ou mais, 80% dos alunos estão afastados há dois anos ou mais, sendo que apenas 25% são ingressantes diretos. Essa lacuna é sentida por 85% do grupo, que percebe o afastamento como um dificultador do aprendizado. A origem escolar está igualmente dividida: 50% vieram da Escola Pública Regular e 50% do EJA/CEJA/Supletivo.

4.2 Desafios em fundamentos e aplicação de exatas

A fragilidade em cálculo é crítica: 45% dos alunos recorreram à recuperação no ensino médio, 70% manifestam baixa confiança e insegurança para resolver problemas matemáticos básico, apenas 20%, sentem segurança nessa área. Nas questões de aplicação prática, as dificuldades surgem em áreas vitais, como a regra de três inversa: apenas 25% acertaram, o que demonstra dificuldade crítica na adaptação de princípios matemáticos. Conversão de unidades métricas, foi acertada por apenas 60 % do grupo, um resultado que exige atenção imediata.

4.3 Lacunas em habilidades digitais e letramento técnico

As competências digitais são um ponto de vulnerabilidade. 45% dos alunos não tiveram aulas de informática básica. O domínio de ferramentas de escritório é alarmante: apenas 20% confirmam ter total domínio de planilhas de cálculos e software de textos, os 80% restantes afirmam não ter feito curso de informática, ou que só conhecem as redes sociais. A desorganização digital também é evidente no envio de e-mails, apenas 25% souberam indicar o procedimento profissional correto para envio de arquivos e pastas compactadas. Em suma, a necessidade de um plano pedagógico intensivo que combine o nivelamento de exatas com o desenvolvimento urgente de habilidades digitais aplicadas é inegável.

4.4 Conclusão da análise e implicação para as estratégias pedagógicas

Os resultados do diagnóstico confirmam a tríade de déficits. A alta motivação dos alunos, 80%, visando a qualificação profissional, cria um cenário favorável para intervenções. A estratégia inovadora proposta deve ser duplamente focada: Na remediação de conceitos matemáticos aplicados à técnica e no desenvolvimento de competências digitais de fluxo de trabalho.

4.5 Proposta de estratégias pedagógicas inovadoras

Os dados do diagnóstico demonstram que as dificuldades dos estudantes não residem apenas na ausência de conteúdo, mas na incapacidade de transposição dos conceitos de exatas e na lacuna funcional do letramento digital. Essa realidade exige a adoção de estratégias pedagógicas inovadoras focada na remediação contextualizada e na qualificação para a Indústria 4.0. Para a superação da tríade de déficits identificada, o estudo propõe a adoção das seguintes técnicas e abordagens, integradas e obrigatórias nos primeiros módulos:

4.6 Metodologia ativa baseada em problemas técnicos (PBL)

A técnica se baseia na substituição de exercícios abstratos por estudos de caso e projetos práticos de chão de fábrica (PBL), exigindo a aplicação imediata do conhecimento em cálculos de vazão, dimensionamento e otimização de tempo de usinagem. O objetivo é que o conteúdo matemático e físico seja absorvido como uma ferramenta indispensável para a solução de problemas técnicos reais, visando a superação de déficits críticos em cálculos como Regra de Três Inversa (78,6% de erro) e Conversão de Unidades (50% de erro).

4.7 Oficinas de letramento digital aplicado

Esta abordagem visa mitigar o desconhecimento de planilhas (déficit de 43%) e a desorganização digital (somente 35,7% sabem compactar arquivos). A técnica implementa aulas laboratoriais focadas em planilhas eletrônicas para o registro de medições, cálculo de tolerâncias e elaboração de relatórios. A competência de organizar e compactar projetos digitais (CAD/DOCX) será instituída como um item de avaliação obrigatório.

4.8 Módulos de nivelamento

Esta estratégia consiste em implementar módulos introdutórios de curta duração que revisitem os fundamentos de aritmética e álgebra (frações, porcentagem, razão) imediatamente antes ou simultaneamente ao início das disciplinas técnicas. O objetivo principal é reduzir a percepção de dificuldade decorrente da inatividade (que impacta 66,6% dos alunos) e aumentar a confiança em cálculo (combatendo a insegurança de 68%). Para isso, o método utiliza a andragogia (educação de adultos) para conectar o conteúdo revisado diretamente à vivência profissional dos estudantes.

4.9 Uso de simulação e ferramentas digitais na interpretação técnica

Essa estratégia busca melhorar a interpretação de gráficos, tabelas e manuais, 68% com dificuldade em detalhes. Esta ferramenta consiste em Integrar softwares de simulação, (como simuladores CAD/CAM ou de circuitos) para que o aluno visualize o efeito prático das variáveis matemáticas e físicas. Isso transforma a leitura de manuais e diagramas de uma tarefa passiva para uma etapa ativa e interativa do aprendizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação, de natureza exploratório-propositiva, alcançou seu objetivo de diagnosticar a magnitude e as causas da tríade de déficits (exatas, inatividade e letramento digital) entre estudantes dos cursos técnicos do eixo Controle e Processos Industriais. O diagnóstico confirmou as hipóteses iniciais e forneceu evidências empíricas para a intervenção pedagógica: O fator inatividade está fortemente presente, com 60% dos alunos afastados há 4 anos ou mais, e 85% do grupo, sentem que essa lacuna dificulta o aprendizado.

O déficit em ciências exatas reside na aplicação contextualizada, evidenciado pelo baixo acerto na regra de três inversa, 35% de acerto, e na conversão de unidades 60% de acerto, habilidades críticas para a mecânica industrial. A lacuna em letramento digital é alarmante, afetando o domínio de planilhas e a organização de fluxo de trabalho digital.

Diante da fragilidade nas competências de base, confirmada pelo diagnóstico e considerando a alta motivação dos alunos, 80% visando a qualificação profissional, este artigo propôs um modelo de estratégias pedagógicas inovadoras que advoga pela substituição do ensino passivo por metodologias ativas baseadas em problemas técnicos e pela implementação de oficinas obrigatórias de letramento digital aplicado, focadas em ferramentas como planilhas eletrônicas e organização

profissional de arquivos. Espera-se que a adoção dessas estratégias contribua diretamente para mitigar os déficits identificados, garantindo a qualificação profissional dos técnicos para as exigências da Indústria 4.0.

6 REFERÊNCIAS

BUDIN, Denise Dias; LOPES, Aparecida Maria Z. A indústria 4.0 e os desafios para a capacitação profissional. *Revista Tecnológica da Fatec Americana*, Americana, v. 7, n. 02, p. 88–97, 2020. Disponível em: <https://fatec.edu.br/revista/index.php/RTecFatecAM/article/view/229>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, p. 27833, 23 dez. 1996.

CEPAL. Educação e capacitação técnica e profissional no Brasil. Santiago: CEPAL, 2018. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/49d75f96-0604-4c39-b91a-324bf4bec47c/content>. Acesso em: 18 nov. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Estudos e Perspectivas para o Futuro da Indústria. Brasília, DF: CNI, v. 1, n. 1, set. 2020. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/5b/2a/5b2a0e61-196c-407d-838b-d6549529b447/estudo_e_prospectiva_web_v1_n1_set2020.pdf. Acesso em: 18 nov. 2025.

KNOWLES, M. S. (1990). *The Adult Learner: A Neglected Species*. 4th Ed. Houston: Gulf Publishing).

OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). PISA 2022 Results. Volume I: The State of Learning and Equity in Education. Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2022-results-volume-i_53f33880-en. Acesso em: 26 nov. 2025.

SCHWAB, Klaus. A Quarta Revolução Industrial. São Paulo: Edipro, 2016.

VILLAS BOAS, B. M. de F.; PEREIRA, M. S.; OLIVEIRA, R. M. da S. e. Progressão continuada: equívocos e possibilidades. Polyphonía, Goiânia, n. 23, p. 111-130, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/sv/article/view/26692/15287>. Acesso em: 18 nov. 2025.

