

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

Estimando o impacto da automação sobre a Educação Profissionalizante: o caso dos cursos técnicos

Yuri Lima, Inês Pereira

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7853>

Submetido em: 2024-01-08

Postado em: 2024-01-08 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o endosso de:

Carlos Eduardo Barbosa (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8067-7123>)

Estimando o impacto da automação sobre a Educação Profissionalizante o caso dos cursos técnicos

Yuri Lima^{1,2}, Inês Pereira¹

yuri.lima@senac.br, ines.pereira@senac.br

¹Gerência de Prospecção e Avaliação Educacional – Diretoria de Educação Profissional -
Departamento Nacional do Senac

²Laboratório do Futuro – Programa de Engenharia de Sistemas e Computação – COPPE/UFRJ

ORCID

Yuri Lima: <https://orcid.org/0000-0002-6662-9771>

Inês Pereira: <https://orcid.org/0009-0005-5875-9866>

Resumo

O presente artigo propõe uma metodologia que utiliza Inteligência Artificial para analisar como a automação afeta os cursos técnicos e apresenta um estudo de caso que avalia os cursos técnicos oferecidos pelo Senac sob a perspectiva de impacto da automação do estado da arte de sete categorias de tecnologias. A pesquisa revela que 39,1% dos Indicadores de Competência dos cursos da instituição se encontram num nível de automação Médio, sendo esse o nível mais representativo. Plataformas e Aplicativos Digitais emergem como a categoria de tecnologia mais relevante, enquanto a Impressão e Modelagem 3D/4D é a menos significativa. A pesquisa aqui apresentada sugere a adequação dos Planos Curriculares Nacionais da instituição de forma recorrente e perene de acordo com o surgimento de novas tecnologias bem como a elaboração de cursos focados em tecnologias emergentes, preparando os alunos para um mercado de trabalho em constante e rápida mudança.

Palavras-chave: automação, educação técnica, LLM, futuro do trabalho, IA, ChatGPT, Claude

Estimating the Impact of Automation on Vocational Education

the case of technical courses

Abstract

The present article proposes a methodology that uses Artificial Intelligence to analyze how automation affects technical courses and presents a case study that evaluates the technical courses offered by Senac from the perspective of the impact of state-of-the-art automation in seven categories of technologies. The research reveals that 39.1% of the Course Competence Indicators of the institution are at a Medium automation level, this being the most representative level. Digital Platforms and Applications emerge as the most relevant technology category, while 3D/4D Modeling/Printing is the least significant. The research presented here suggests the recurrent and lasting adaptation of the National Curricular Plans of the institution in accordance with the emergence of new technologies as well as the development of courses focused on emerging technologies, preparing students for a job market in constant and rapid change.

Keywords: automation, technical education, LLM, future of work, AI, ChatGPT, Claude

Estimando el impacto de la automatización en la Educación Profesional

el caso de los cursos técnicos

Resumen

El presente artículo propone una metodología que utiliza Inteligencia Artificial para analizar cómo la automatización afecta a los cursos técnicos y presenta un estudio de caso que evalúa los cursos técnicos ofrecidos por Senac desde la perspectiva del impacto de la automatización de última generación en siete categorías de tecnologías. La investigación revela que el 39.1% de los Indicadores de Competencia de los cursos de la institución se encuentran en un nivel de automatización Medio, siendo este el nivel más representativo. Las Plataformas y Aplicaciones Digitales emergen como la categoría tecnológica más relevante, mientras que la Impresión y Modelado 3D/4D es la menos significativa. La investigación aquí presentada sugiere la adaptación recurrente y duradera de los Planes Curriculares Nacionales de la institución de acuerdo con la aparición de nuevas tecnologías, así como la elaboración de cursos enfocados en tecnologías emergentes, preparando a los estudiantes para un mercado laboral en constante y rápida cambio.

Palabras clave: automatización, educación técnica, LLM, futuro del trabajo, AI, ChatGPT, Claude

1. Introdução

A era contemporânea é marcada pela 4ª Revolução Industrial, uma fase de desenvolvimento que enfatiza a integração de tecnologias avançadas como Inteligência Artificial (IA), Robótica, Big Data e Internet das Coisas (IoT) nos diferentes setores da economia. Assim como em revoluções industriais anteriores, precisamos lidar com as mudanças causadas pela introdução das novas tecnologias. A transformação pela qual passamos não apenas redefine os padrões de produção e gestão, mas também reverbera significativamente no domínio educacional, exigindo uma reformulação das estruturas curriculares para alinhar a formação dos estudantes às demandas do mercado de trabalho.

A pesquisa aqui apresentada propõe e apresenta um caso de utilização de uma metodologia de avaliação do impacto da automação sobre cursos técnicos. O objetivo da proposta é ajudar as instituições de ensino a prepararem seus estudantes para o mercado de trabalho considerando os desafios que a automação deve trazer nos próximos anos. A implementação da metodologia proposta permite não só estimar o impacto da automação sobre cada curso, mas também estabelecer uma relação entre tecnologias e cursos através, para o caso do Senac que será apresentado, dos seus Indicadores de Competência (ICs) para entendermos como cada Unidade Curricular (UC) dos Planos de Cursos Nacionais (PCNs) da instituição podem ser adequados para considerar as mudanças tecnológicas e seus impactos sobre o trabalho.

Para atingir esse objetivo, a metodologia se divide em três grandes partes: mapeamento tecnológico, que envolve definir, a partir de fontes secundárias, as categorias de tecnologias de automação mais relevantes para os segmentos atendidos pelo Senac; escrita da rubrica, que envolve escrever um conjunto de regras para explicitar e organizar o raciocínio a ser seguido por quem for avaliar o impacto das tecnologias e servem tanto como instruções para os avaliadores humanos quanto como prompts para a IA; avaliação do impacto da automação, que envolve realizar a avaliação humana de alguns cursos para aprimorar a rubrica e gerar exemplos para a IA e, em seguida, rodar a avaliação de todos os cursos com o suporte da IA.

O restante deste artigo está dividido em seis seções: na seção 2, apresentamos uma revisão de trabalhos relacionados que tem por objetivo situar a pesquisa realizada frente a estudos anteriores; na seção 3, fazemos uma descrição detalhada da metodologia da pesquisa; a seção 4 apresenta o resultado da aplicação da metodologia ao caso dos cursos técnicos do Senac, destacando as etapas de mapeamento tecnológico, escrita da rubrica e avaliação do impacto da automação; na seção 5, os resultados da pesquisa são discutidos; a seção 6 encerra o artigo com algumas conclusões finais referentes à sua contribuição, limitações e trabalhos futuros.

2. Trabalhos relacionados

A preocupação com o impacto da automação tem sido uma constante desde a 1ª Revolução Industrial, em que máquinas a vapor de grande porte foram introduzidas nas recém-criadas fábricas (Landes, 1969). Chegamos à 4ª Revolução Industrial com avanços significativos em tecnologias como IoT, IA e Robótica e suas aplicações de maneira combinada, além de observamos seus potenciais de utilização em todos os setores produtivos (Schwab, 2016). Na última década, uma quantidade significativa de artigos foram publicados sobre o tema do impacto da automação (Action and Research Centre, 2017; Ariza & Raymond Bara, 2018; Arntz et al., 2016; D. H. Autor, 2015; D. Autor & Salomons, 2018; Brynjolfsson & Mitchell, 2017; Frey & Osborne, 2017; Lima et

al., 2021; McKinsey Global Institute, 2017b, 2017a; Nedelkoska & Quintini, 2018; Santos et al., 2015; Spencer, 2018; World Economic Forum, 2018, 2020, 2023), sendo o principal desses estudos o trabalho de (Frey & Osborne, 2017) que já foi citado mais de impressionantes 13 mil vezes por outros artigos.

O lançamento do ChatGPT no final de 2022 representou não só um avanço significativo na facilidade com a qual os usuários finais acessam e utilizam a IA de forma a permitir sua popularização e ampla aplicação a diversas tarefas (Gmyrek et al., 2023), mas também inaugurou novos caminhos para realização de avanços científicos em diversos campos de pesquisa. No caso dos estudos sobre o impacto da automação sobre o trabalho, o GPT tem um efeito duplo. Em primeiro lugar, as pesquisas anteriores não consideravam a existência de uma tecnologia como o ChatGPT que coloca a IA nas mãos de profissionais das mais diversas áreas e permite que o impacto da automação chegue de forma mais intensa na força de trabalho com alto grau de formação e maiores salários (Eloundou et al., 2023; Gmyrek et al., 2023). Isso demanda uma atualização dos estudos feitos anteriormente dada a amplitude do impacto do GPT e similares. Em segundo lugar, o GPT surge como uma nova ferramenta para realização da avaliação do impacto da automação.

O GPT foi utilizado pela primeira vez com o objetivo de analisar o impacto de tecnologias de automação sobre o trabalho por pesquisadores da própria OpenAI, empresa responsável pelo desenvolvimento dessa tecnologia (Eloundou et al., 2023). No estudo, publicado como pré-print em março de 2023, os autores elaboraram uma rubrica de avaliação e utilizaram o GPT-4 para entender o potencial de Large Language Models (LLMs) e de sistemas baseados em LLMs de reduzir o tempo de execução sem perda de qualidade de 19.265 tarefas relacionadas às ocupações descritas pela O*NET (base de dados sobre ocupações dos EUA). Além disso, foi aplicada em paralelo uma avaliação humana de 2.087 atividades de trabalho detalhadas que são descrições de atividades profissionais que podem estar ligadas a uma ou mais tarefas específicas das ocupações. A avaliação humana serviu para elaborar o prompt a ser enviado para o GPT-4 e avaliar a qualidade dos resultados fornecidos pelo GPT-4 que demonstrou alta precisão na avaliação quando comparado a especialistas humanos.

No estudo em questão, a exposição à LLMs foi medida em três níveis:

- E0 - Sem Exposição: O uso do LLM não traz benefícios significativos em termos de tempo ou qualidade para tarefa.
- E1 - Exposição Direta: O uso do LLM através do ChatGPT ou OpenAI playground reduz pela metade o tempo necessário para completar a tarefa.
- E2 - Exposição LLM+: O LLM por si só não oferece uma economia significativa de tempo, mas o desenvolvimento de software adicional baseado em LLM poderia fazê-lo.

Como resultado, os autores descobriram que cerca de 80% da força de trabalho dos EUA poderia ter pelo menos 10% das suas tarefas de trabalho afetadas pela introdução de LLMs, enquanto 19% dos trabalhadores podem ter pelo menos 50% de suas tarefas impactadas. Além disso, os autores também destacam em seus resultados que o impacto de LLMs seria sentido por trabalhadores de todo o espectro de grau de escolaridade e renda, mas seria ainda maior sobre aqueles com maior grau de escolaridade e renda (Eloundou et al., 2023).

Na esteira desse primeiro estudo, outros foram feitos aplicando uma lógica similar (Q. Chen et al., 2023; Eisfeldt et al., 2023; Gmyrek et al., 2023). Um dos estudos

mais relevantes foi feito pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), no qual utilizou-se o GPT-4 para avaliar 3.123 tarefas e 436 ocupações do nível mais detalhado (4 dígitos) da tabela internacional de ocupações (ISCO-08) (Gmyrek et al., 2023). A avaliação das ocupações numa tabela internacional permitiu que os autores cruzassem os resultados com a base global de dados sobre emprego da OIT e fizessem análises comparativas entre países de alta renda e países de baixa renda.

No estudo da OIT foi feita uma série de testes para entender a capacidade do GPT-4 de avaliar o impacto da automação por LLMs. Nesses testes, observou-se que o GPT-4 tem uma capacidade de descrição das tarefas relacionadas às ocupações da ISCO-08 comparável a especialistas humanos. Além disso, analisando de maneira geral e manual a qualidade do resultado da avaliação do impacto de LLMs sobre as 3.123 tarefas, os autores observaram que o GPT-4 manteve uma consistência entre as pontuações dadas para as atividades com alto e baixo impactos, sendo que o GPT-4 deu justificativas razoáveis para as pontuações dadas. Por fim, os autores ainda rodaram 100 avaliações para 5 tarefas selecionadas de maneira aleatória e observaram alta consistência entre as avaliações para cada tarefa com um desvio padrão máximo de 0,05, um resultado que foi interpretado pelos autores como demonstrando que o GPT-4 teria um elemento de aleatoriedade nas suas avaliações mais baixo do que se esperaria de avaliadores humanos.

Dentre os resultados do artigo, podemos destacar que cinco grupos temáticos de tarefas teriam alto impacto de LLMs (acima de 0.75 pontos numa escala que vai até 1): tarefas administrativas e de comunicação, atendimento ao cliente, gerenciamento de dados e manutenção de registros, processamento de informação e serviços linguísticos e fornecimento de informações e resposta a perguntas. Os autores observam também que o grupo ocupacional com a maior parcela de tarefas expostas aos LLMs é o grupo “Administrativas e de escritório” (clerical support workers), no qual 24% de todas as tarefas são consideradas altamente expostas à automação e 58% das tarefas desse grupo têm nível médio de exposição. Em contraste, para os outros grupos ocupacionais, a parcela de tarefas com alta exposição varia entre 1% e 4%. Além disso, as tarefas com exposição média nesses outros grupos ocupacionais não excedem 25%. Em termos de impacto global, os efeitos no emprego variam amplamente entre grupos de renda dos países, devido a diferentes estruturas ocupacionais. Em países de baixa renda, apenas 0,4% do emprego total está potencialmente exposto à automação, enquanto nos de alta renda a parcela sobe para 5,5%.

Num outro estudo, a probabilidade das ocupações chinesas de sofrerem um choque disruptivo devido à ampla disponibilidade e utilização de LLMs foi avaliada (Q. Chen et al., 2023). No estudo, os autores utilizaram todos os descritores do dicionário de ocupações Chinês que incluem a descrição de cada ocupação, o conteúdo e formato das atividades de trabalho e a descrição específica do escopo das atividades de trabalho. Para fazer a avaliação, foram usados três modelos de LLM diferentes: GPT-4, InternLM e GLM. A fim de testar os resultados dos modelos, os autores convidaram 21 especialistas em IA e Economia para avaliar os grandes grupos ocupacionais que existem na classificação chinesa. Os autores encontraram correlações positivas substanciais entre as avaliações dos especialistas e aquelas dos modelos.

Os autores utilizaram categorias de classificação similares às do artigo original da OpenAI, mas dividiram o nível de exposição E2 em dois outros níveis, um que considera que a atividade só seria afetada se as capacidades dos modelos de LLM fossem implementadas através de uma aplicação e outra se a atividade exige a

capacidade de processamento de imagens, para além do processamento de texto já disponíveis.

Como resultados, descobriu-se que ocupações chinesas com maior educação, salários relativamente altos e de colarinho branco são mais expostas aos LLMs. Setores como Educação e Saúde teriam alta exposição aos LLMs, enquanto Manufatura, Agricultura e Mineração teriam menor exposição. Descobriu-se também que há uma correlação positiva entre exposição ocupacional e quantidade de vagas de emprego relacionadas às ocupações analisadas, sugerindo que a estrutura da demanda por trabalho na China pode exacerbar os impactos disruptivos dos LLMs.

Um estudo um pouco diferente dos anteriores, mas que ainda se baseou na mesma lógica para avaliação do impacto de tecnologias sobre o emprego foi feito para explorar a relação entre esse impacto e o valor de mercado das empresas (Eisfeldt et al., 2023). Nesse estudo, os autores também avaliaram as 19.265 tarefas listadas pela O*NET, como feito pelo estudo da OpenAI, mas utilizaram o ChatGPT para avaliar se as tarefas poderiam ser feitas pelo ChatGPT na sua versão atual ou por versões futuras com capacidades adicionais. Os autores cruzaram esses dados com informações sobre a estrutura ocupacional de cada empresa a partir de dados públicos dos perfis de empregados. Como resultado, os autores observaram que os tipos de ocupações mais impactados seriam os que envolvem tarefas cognitivas não rotineiras e trabalhadores em faixas mais altas de renda. Além disso, o estudo observou que empresas que apresentam uma maior exposição do trabalho ao lançamento do ChatGPT tiveram um aumento de 0,4% nos retornos excedentes diários em comparação com empresas menos expostas.

A pesquisa aqui apresentada, assim como o estudo sobre o mercado de trabalho Chinês (S.-Y. Chen & Lee, 2019), usa dois modelos de LLM diferentes, GPT-4 e Claude 2, para aprimorar a qualidade dos resultados que se teria caso fosse utilizado apenas um modelo. Porém, diferentemente do estudo citado, não rodamos a mesma avaliação uma vez em cada modelo, mas sim pedimos que o segundo modelo avaliasse os resultados do primeiro e corrigisse onde houvesse divergências. Também seguimos a boa prática do estudo da OIT (Gmyrek et al., 2023) ao pedirmos que o GPT-4 descrevesse como cada IC seria automatizada, trazendo transparência para o processo; um desafio para o campo de pesquisa sobre IA.

3. Metodologia

A presente pesquisa traz algumas inovações em sua metodologia que a torna diferente das pesquisas anteriores. Em primeiro lugar, além de estimar o impacto da automação, o presente estudo também utiliza o GPT-4 para trazer questões qualitativas importantes ao entendimento do impacto da automação e que permitem uma utilização dos resultados para além de uma avaliação quantitativa do grau de impacto. Isso foi feito ao pedirmos que o GPT-4 forneça quais categorias de tecnologias e tecnologias seriam utilizadas para automatizar cada IC. Em segundo lugar, a avaliação feita neste estudo considera não só o impacto de LLMs, dentro da categoria de IA Aplicada, como fizeram estudos anteriores, mas também considera outras seis categorias de tecnologias de automação relevantes para os cursos técnicos avaliados. Em terceiro lugar, o presente estudo faz uma relação direta entre cursos técnicos e automação, uma abordagem até então inédita que visa conectar automação, educação e trabalho. Tal abordagem leva a discussão sobre a automação para um espaço central na educação profissional, onde são formados os profissionais do futuro e que vão precisar lidar com as novas tecnologias.

A metodologia aplicada, que conecta diretamente cursos à automação, se torna possível por conta do Modelo Pedagógico do Senac (MPS) que aproxima a educação da atuação profissional ao conectar competências profissionais às unidades curriculares dos cursos se baseando na lógica de que o aluno aprenda fazendo e analisando o próprio fazer. O MPS foi criado em 2013 para proporcionar a unicidade das ações de todos os 26 Departamentos Regionais do Senac através de um movimento de alinhamento pedagógico. Dessa forma, o MPS reúne um conjunto de concepções orientadoras das práticas pedagógicas de toda a instituição, em âmbito nacional (Senac, 2015b). O MPS explicita:

- Os valores, os princípios, as concepções e as teorias que regem o ato educativo;
- A arquitetura curricular e as metodologias de ensino e aprendizagem;
- As características dos ambientes nos quais se desenvolve a ação docente;
- Os parâmetros de avaliação do desempenho e os critérios de certificação.

A arquitetura curricular de cada curso do Senac é apresentada nos PCNs que serviram de insumo para a avaliação do impacto da automação sobre os cursos técnicos da instituição. Todo PCN tem os seguintes tópicos: identificação do curso, requisitos e formas de acesso; justificativa e objetivos; perfil profissional de conclusão com as competências que configuram o curso e as marcas formativas a serem evidenciadas nos egressos; e organização curricular, campo onde é feito o detalhamento dos elementos e dos indicadores de competência.

Aqui, cabe apresentar brevemente o conceito de competência que, para o Senac, pode ser definida como: “ação/fazer profissional observável, potencialmente criativo, que articula conhecimentos, habilidades, atitudes/valores e permite o desenvolvimento contínuo” (Senac, 2015a). Assim, parte do papel dos PCNs é definir as competências que se espera que os alunos desenvolvam ao longo de cada curso. Nos PCNs, cada competência é uma Unidade Curricular que, por sua vez, é apresentada como um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes/valores. Além desses elementos, cada UC possui um conjunto de Indicadores de Competência que são evidências do desenvolvimento da UC e que foram o elemento desse arcabouço pedagógico que escolhemos como base para a análise do impacto da automação. A Figura 1 apresenta um esquema da organização do PCN e traz alguns elementos do Técnico em Gastronomia como exemplo.

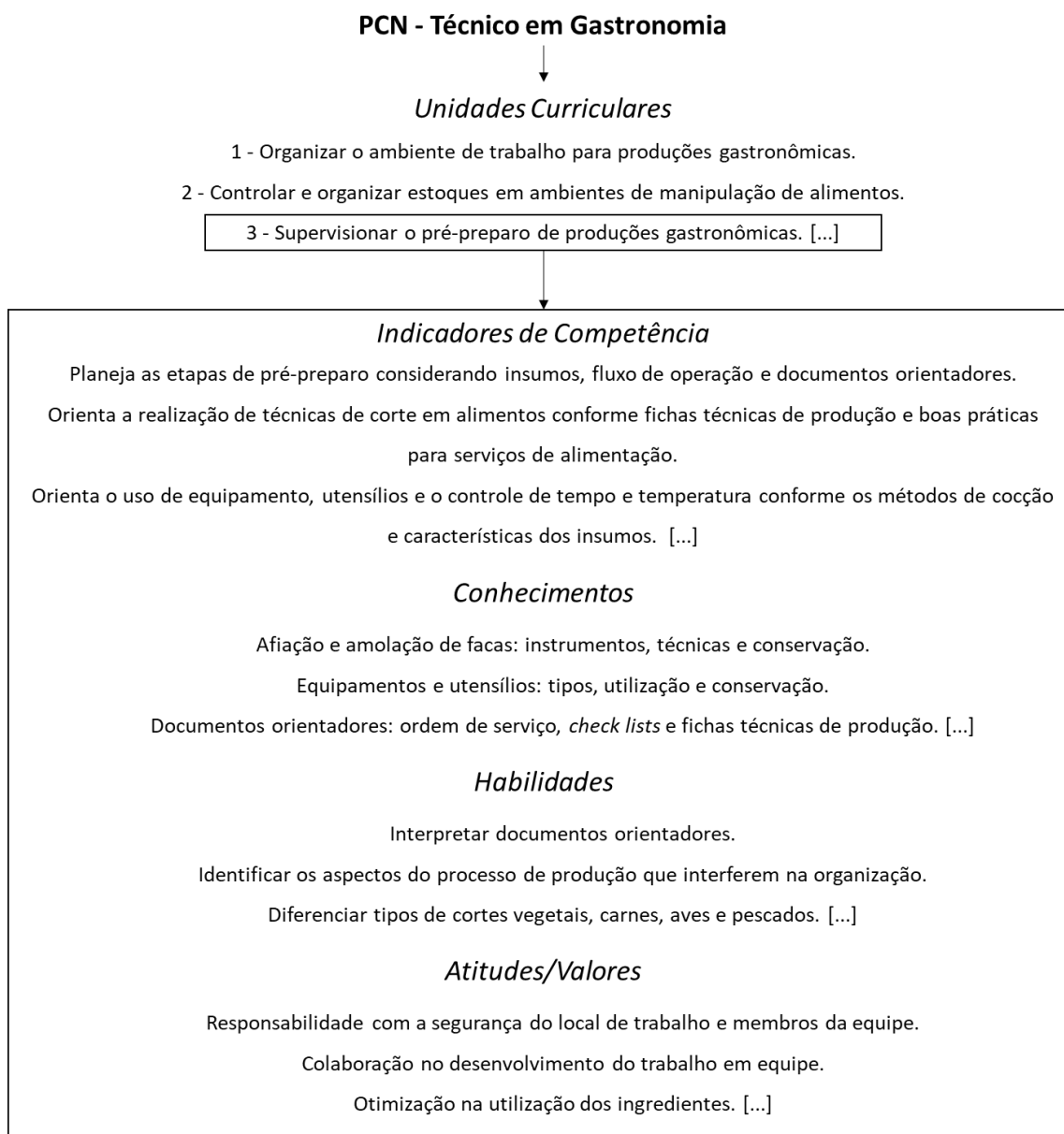


Figura 1: Elementos constitutivos do Plano Curricular Nacional do Senac. Exemplo do curso Técnico em Gastronomia. Fonte: (Senac, 2020)

Dessa forma, para avaliar o impacto da automação sobre os cursos técnicos do Senac, a metodologia resumida no esquema da Figura 2 foi executada.

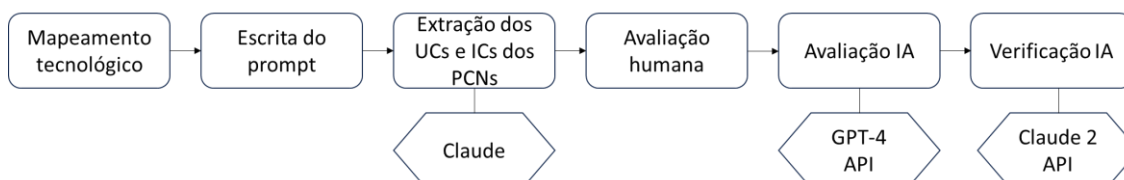


Figura 2: Esquema ilustrativo da metodologia da pesquisa

A primeira etapa da metodologia consistiu no mapeamento de categorias de tecnologias de automação relacionadas aos quinze segmentos econômicos para os quais o Senac oferece cursos técnicos: Artes, Comércio, Design, Educacional, Eventos, Games, Gastronomia, Gestão, Meio Ambiente, Produção Cultural e Design, Saúde,

Segurança, Tecnologia da Informação (T.I.), Turismo, Hospitalidade e Lazer. O mapeamento objetivou encontrar o estado da arte das tecnologias de automação, ou seja, o que temos de mais moderno para cada segmento sem considerar expectativas de avanços de médio ou longo prazo.

Para realização do mapeamento tecnológico foram consultadas fontes secundárias, tanto acadêmicas quanto de “literatura cinzenta” (relatórios técnicos, *whitepapers*, etc.). A busca por fontes considerou apenas publicações dos últimos dois anos, dada a velocidade de avanço tecnológico que tem sido percebida recentemente. Os resultados do mapeamento tecnológico estão apresentados na Seção 4.1 do artigo.

A segunda etapa da metodologia foi a escrita da rubrica de avaliação do impacto da automação. Esse processo foi baseado em grande parte nos trabalhos realizados pela OpenAI (Eloundou et al., 2023) e pela OIT (Gmyrek et al., 2023), mas considera algumas mudanças importantes como apresentado na Seção 4.2 do artigo.

A terceira etapa da metodologia foi a extração dos UCs e ICs dos 35 PCNs dos cursos técnicos oferecidos pelo Senac (Tabela 1). Esse processo foi realizado através do envio do prompt, apresentado no Anexo deste artigo, com o *upload* de cada PCN na versão chat do Claude (LLM desenvolvido pela Anthropic). Ao todo, foram extraídos 2.100 ICs relacionados a 403 UCs, sendo desconsiderados os UCs e ICs relacionados a estágio profissional, projeto integrador e similares por serem comuns a todos os cursos e pouco relevantes para a presente análise.

A quarta etapa da metodologia foi a avaliação humana e completa dos ICs de 6 cursos de diferentes eixos tecnológicos: Enfermagem, Administração, Informática, Design de Interiores, Segurança do Trabalho e Gastronomia. A análise manual teve como objetivo testar e aprimorar a rubrica e criar uma base de exemplos para incluir no prompt do GPT-4. Essa etapa é apresentada na Seção 4.3 do artigo.

A quinta etapa da metodologia envolveu a utilização da API do GPT-4 8k, modelo mais avançado disponível quando da realização da pesquisa. Aqui, o prompt (Anexo) foi enviado para a API do GPT-4 através de um código Python que extraía um determinado número de linhas da planilha de ICs contendo, cada uma, um identificador único, o nome do curso, UC e IC a ser avaliado. Tal quebra da planilha em conjunto de linhas foi necessária porque a OpenAI utiliza uma medida chamada “token” para contar a quantidade de texto que pode ser enviado e recebido da API dos seus modelos. Similar a uma contagem por sílabas, a maximização da quantidade de tokens utilizados é importante por questões de otimização processo, dado que o envio de poucos tokens significa que o custo da avaliação fica maior e o envio de tokens acima do limite (8 mil) faz com que a resposta quebre no meio. Para controlar a quantidade de tokens, foi implementado o módulo `tiktoken`¹ que permitiu estimar a quantidade de tokens da chamada à API e, para estimar a quantidade de tokens da resposta dada pela API foram feitos alguns testes para calcular a relação resposta/chamada que ficou na faixa de 3,2. O mesmo código Python foi utilizado para processar a resposta da API do GPT-4 fazendo a sua gravação na mesma planilha onde os ICs estavam listados, incluindo informações nas colunas referentes aos níveis de automação; categorias de tecnologias 1, 2 e 3; tecnologias 1, 2 e 3; e descrição.

¹ <https://github.com/openai/tiktoken>

Tabela 1: Lista de cursos técnicos analisados

Curso	Segmento	Eixo tecnológico
Técnico em Meio Ambiente	Meio Ambiente	Ambiente e Saúde
Técnico em Análises Clínicas	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Enfermagem	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Estética	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Farmácia	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Massoterapia	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Nutrição e Dietética	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Óptica	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Podologia	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Prótese Dentária	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Radiologia	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Saúde Bucal	Saúde	Ambiente e Saúde
Técnico em Secretaria Escolar	Educacional	Desenv. Educacional e Social
Técnico em Transações Imobiliárias	Comércio	Gestão e Negócios
Técnico em Administração	Gestão	Gestão e Negócios
Técnico em Comércio Exterior	Gestão	Gestão e Negócios
Técnico em Contabilidade	Gestão	Gestão e Negócios
Técnico em Finanças	Gestão	Gestão e Negócios
Técnico em Logística	Gestão	Gestão e Negócios
Técnico em Recursos Humanos	Gestão	Gestão e Negócios
Técnico em Secretariado	Gestão	Gestão e Negócios
Técnico em Prog. de Jogos Digitais	Games	Informação e Comunicação
Técnico em Computação Gráfica	T.I.	Informação e Comunicação
Técnico em Informática	T.I.	Informação e Comunicação
Técnico em Informática para Internet	T.I.	Informação e Comunicação
Técnico em Man. e Sup. em Informática	T.I.	Informação e Comunicação
Técnico em Redes de Computadores	T.I.	Informação e Comunicação
Técnico em Processos Fotográficos	Artes	Produção Cultural e Design
Técnico em Teatro	Artes	Produção Cultural e Design
Técnico em Design de Interiores	Design	Produção Cultural e Design
Técnico em Produção de Moda	Design	Produção Cultural e Design
Técnico em Segurança do Trabalho	Segurança	Segurança
Técnico em Eventos	Eventos	Turismo, Hosp. e Lazer
Técnico em Gastronomia	Gastronomia	Turismo, Hosp. e Lazer
Técnico em Guia de Turismo	Turismo	Turismo, Hosp. e Lazer

O prompt utilizado foi aprimorado diversas vezes até que se tivesse uma versão que desse respostas com um nível de qualidade adequado. Para testar e refinar o prompt, a lista completa de ICs foi avaliada em duas partes iguais, as primeiras 1.050 e depois as últimas 1.050. Depois de cada uma dessas duas rodadas, foram feitos testes manuais de qualidade com 101 ICs, selecionados de maneira aleatória. No teste, cada resposta poderia ser classificada como: correta, para os casos em que não seria preciso realizar nenhuma melhoria na resposta recebida; parcialmente correta, para os casos em que existia algum ponto de divergência entre a avaliação da IA e a humana, mas que não necessariamente fosse uma resposta errada por conta da subjetividade inerente à atividade realizada; ou incorreta, para os casos em que a resposta tivesse sido insatisfatória em um ou mais dos campos. No caso de uma avaliação incorreta, foram registradas as informações da coluna onde estava o problema identificado bem como a sua descrição. Os resultados de cada rodada de avaliação são apresentados na Tabela 2. Da primeira para a segunda avaliação, o percentual de resultados considerados corretos passou de 71% para 81% e a quantidade de erros (casos em que uma coluna não era preenchida ou a informação de uma coluna vinha em outra) foi

zerada. Como não foi percebida uma mudança na quantidade de resultados considerados incorretos (10%, nos dois casos), foi incluída uma sexta etapa na metodologia para garantir a qualidade dos resultados.

Tabela 2: Resultados dos testes da API do GPT-4 com o prompt de avaliação do impacto da automação

Avaliação da resposta	Rodada 1	Rodada 2
Correta	72 (71%)	82 (81%)
Parcialmente correta	15 (15%)	9 (9%)
Incorreta	10 (10%)	10 (10%)
Erro	4 (4%)	0 (0%)
Total	101	101

A sexta e última etapa da metodologia teve por objetivo lidar com a taxa de 10% de resultados ruins que não mudaram mesmo com a melhoria do prompt. Como isso se deve, em boa parte, a limitações do próprio modelo da OpenAI, decidiu-se por utilizar um outro modelo, o Claude 2 da Anthropic, para fazer a verificação das respostas dadas pelo GPT-4. Diferentemente do que foi feito na primeira etapa, na qual o Claude foi acessado pelo seu chat, passou-se a utilizar o acesso via API² num novo código Python que fez um trabalho similar ao da etapa anterior, quebrando a tabela de ICs já com os resultados dados pelo GPT-4, para maximizar os envios para a API. O prompt para o Claude 2 (Anexo) apresentava a tarefa que foi pedida para o GPT-4 anexando o prompt da etapa anterior e as respostas que foram recebidas com o nome do curso, UC e IC relacionados a cada resposta e pedia que se fizesse a avaliação de cada uma. Nos casos em que a resposta do GPT-4 fosse considerada insatisfatória, pediu-se ao Claude 2 que oferecesse uma justificativa para tal. Isso ocorreu para 522 casos dos 2.100 ICs avaliados. Esses casos foram consolidados manualmente numa planilha final a partir da qual foram feitas as análises apresentadas na Seção 4.3.

4. Resultados

Os resultados das principais etapas da metodologia da pesquisa estão divididos nas próximas três subseções: mapeamento tecnológico, escrita da rubrica e avaliação do impacto da automação.

4.1 Mapeamento tecnológico

Para identificação das categorias de tecnologias a serem consideradas na avaliação do impacto da automação, foi realizado um mapeamento do estado da arte das categorias de tecnologias de automação relacionadas aos segmentos atendidos pelos cursos técnicos que o Senac oferece. O mapeamento se baseou em fontes secundárias, ou seja, artigos ou relatórios que tivessem feito algum tipo de levantamento de tecnologias de automação. A busca por referências resultou em três relatórios técnicos (Future Today Institute, 2023; McKinsey & Company, 2022; World Economic Forum, 2023) e dois artigos científicos (Hamed Taherdoost, 2022; Sigov et al., 2022).

² <https://github.com/KoushikNavuluri/Claude-API>

O mapeamento resultou em uma lista de categorias de tecnologias que foi dividida em dois grupos: Tecnologias Habilitadoras e Tecnologias de Automação. As tecnologias habilitadoras fornecem a infraestrutura crucial e os protocolos necessários para permitir e potencializar a digitalização em grande escala e são o alicerce sobre o qual as Tecnologias de Automação são construídas e operam. O impacto das tecnologias habilitadoras é sentido em praticamente todos os setores, desde a logística e finanças, até a saúde e o entretenimento, habilitando novos métodos de transação, colaboração e interação. Nesta pesquisa, as tecnologias habilitadoras identificadas para os segmentos atendidos pelos cursos técnicos do Senac foram: Biotecnologia, Blockchain, Cloud e Edge Computing, Conectividade Avançada, Nanotecnologia e Web 3.

Já as tecnologias de automação, foco desta pesquisa, estão no cerne da evolução digital contemporânea e representam um conjunto diversificado de ferramentas e abordagens que estão remodelando ativamente a maneira como as organizações operam e interagem com seus clientes. Com um papel crucial na redefinição dos limites do possível, essas tecnologias estão impulsionando uma mudança de paradigma na eficiência operacional, no engajamento do cliente, no desenvolvimento de produtos e na inovação de modelos de negócios. As sete categorias de tecnologias de automação selecionadas para a pesquisa são brevemente apresentadas a seguir.

Análise de dados

A análise de dados (AD) é o processo de inspecionar, limpar, transformar e modelar dados com o objetivo de descobrir informações úteis, formular conclusões e apoiar a tomada de decisões. Trata-se de um conjunto de técnicas e metodologias que englobam desde a coleta e o armazenamento de dados brutos até a sua interpretação para a obtenção de insights valiosos. A análise de dados pode ser aplicada em muitos contextos diferentes, desde pesquisa científica até negócios e gestão, e pode incluir diferentes tipos de análise, como análise descritiva, diagnóstica, preditiva e prescritiva.

IA Aplicada

A Inteligência Artificial aplicada (IAA) envolve a utilização de técnicas e ferramentas de IA em aplicações práticas e concretas. Esta tecnologia é sustentada por uma variedade de subcampos, como o aprendizado de máquina (onde os computadores são programados para aprender com os dados), processamento de linguagem natural (que permite aos computadores entenderem e responderem à linguagem humana), e a visão computacional (onde os computadores são treinados para interpretar e entender o mundo visual). A IA aplicada pode ser usada para aprimorar processos, melhorar a eficiência, reduzir o erro humano e gerar insights valiosos em uma ampla gama de segmentos.

Impressão e modelagem 3D/4D

A impressão e modelagem 3D/4D (IMP) é uma tecnologia de fabricação aditiva que envolve a construção de um objeto tridimensional, camada por camada, a partir de um arquivo digital. Na impressão 3D, os materiais como plástico, metal ou cerâmica são depositados ou fundidos para formar um objeto 3D. A impressão 4D leva isso um passo adiante, permitindo a criação de objetos que mudam de forma ou função após a impressão, sob a influência de condições ambientais específicas como calor, luz ou umidade. Essas tecnologias têm o potencial de transformar a produção e fabricação em vários setores, incluindo saúde, construção e moda.

IoT e Dispositivos conectados

A Internet das Coisas (IoT) e dispositivos conectados referem-se a um ecossistema de dispositivos físicos, veículos, eletrodomésticos e outros itens que são incorporados com sensores, software e conectividade para permitir a troca de dados com outros dispositivos e sistemas pela internet. Eles variam de itens domésticos comuns como geladeiras e termostatos até dispositivos complexos como drones e máquinas industriais. A IoT permite que os dispositivos sejam controlados remotamente através de redes de dispositivos, criando oportunidades para uma integração mais direta entre o mundo físico e os sistemas digitais.

Plataformas e Aplicativos Digitais

Plataformas e aplicativos digitais (APP) são soluções de software e serviços que permitem a criação, compartilhamento e manipulação de conteúdo digital. Eles podem variar de aplicativos de mídia social e plataformas de streaming de vídeo, a softwares de design gráfico e sistemas de gestão de conteúdo. Estas ferramentas digitais permitem a comunicação, colaboração, criatividade e produtividade em uma escala sem precedentes, e têm um impacto profundo em quase todos os aspectos da vida moderna, incluindo trabalho, educação, entretenimento e arte.

Realidade Estendida

A Realidade Estendida (RE ou Extended Reality, XR) representa a reunião de uma ou mais tecnologias que permitem a criação de experiências que mesclam o mundo real e o mundo virtual. A RE pode incluir: a Realidade Aumentada (RA ou Augmented Reality, AR) que interage diretamente com e sobrepõe-se à realidade externa (por exemplo, óculos de RA com tradução ao vivo), funcionando de forma interativa em 3D e em tempo real; a Realidade Virtual (RV ou Virtual Reality, VR) que substitui o mundo real (por exemplo, por meio de óculos de RV) ao colocar o usuário em uma experiência totalmente digital que utiliza câmeras/sensores externos para renderizar movimentos em mundos virtuais; a Realidade Mista (RM ou Mixed Reality, MR) que modifica o mundo real por meio de um dispositivo, ampliando ou reduzindo a visão do mundo de um usuário.

Robótica

Os robôs (RBT) são máquinas programáveis avançadas, capazes de executar uma série de tarefas de forma autônoma ou semiautônoma integrados com sistemas sofisticados que lhes permitem perceber seu ambiente, processar informações e realizar ações complexas. Desempenham papéis cruciais na modernização de diversos setores e destacam-se por potencializar eficiência e segurança em operações cotidianas. Os robôs humanoides mimetizam características e comportamentos humanos, facilitando a interação intuitiva com pessoas, enquanto os robôs não humanoides, variando em forma e tamanho, são projetados para tarefas específicas, frequentemente assumindo funções perigosas ou tediosas para humanos.

4.2 Escrita da rubrica

Conhecendo as tecnologias a serem consideradas na pesquisa, foi possível avançar para o desenvolvimento da rubrica de avaliação do impacto da automação sobre os cursos técnicos do Senac. A rubrica nada mais é do que um conjunto de instruções que deve ser seguido por quem for realizar a avaliação (Eloundou et al., 2023). Sendo assim, a escrita da rubrica é fundamental para que o trabalho realizado

na pesquisa possa ser entendido, validado e replicado por outros pesquisadores. Além disso, uma versão adaptada da rubrica foi utilizada como prompt na API do GPT-4 para realização da avaliação pela IA. Dessa forma, a escrita da rubrica foi um processo iterativo no qual cada nova versão do texto era testada no ChatGPT para refinamento de acordo com a assertividade e qualidade da resposta recebida. Isso foi feito mais de 25 vezes apenas durante a etapa de escrita, sendo que a rubrica em seu formato de prompt foi ainda mais refinada durante o processo de avaliação pela IA.

O processo de escrita da rubrica tomou como base os trabalhos realizados pela OpenAI (Eloundou et al., 2023) e pela OIT (Gmyrek et al., 2023). Entretanto, dado o contexto da presente pesquisa, algumas diferenças importantes podem ser percebidas. Como o impacto da automação foi avaliado com base em sete categorias de tecnologias, e não apenas nos LLMs, a rubrica considera que o avaliador precisa informar não só o grau de automação, mas também qual categoria de tecnologia e tecnologia específica seria utilizada, além de justificar a sua escolha. Além disso, o impacto da automação foi avaliado diretamente sobre cursos técnicos e não sobre ocupações, como feito por trabalhos anteriores. Assim, a rubrica apresenta brevemente a lógica do modelo pedagógico do Senac para situar o avaliador no contexto da educação profissional, em especial a educação técnica que foi objeto da avaliação.

A versão final da rubrica contém cinco páginas de texto e é apresentada de forma completa no Anexo. A seguir, as principais partes da rubrica são apresentadas de forma breve.

Instruções:

Avaliar o impacto da automação sobre os Indicadores de Competência (ic) das Unidades Curriculares (uc) de cursos técnicos. Cada curso tem um conjunto de uc e cada uc tem um conjunto de ic que são evidências do desenvolvimento da competência do aluno. Dessa forma, sempre considere que o curso e a uc dão o contexto no qual a ic deve ser avaliada. Você receberá o nome de um curso e uma lista no formato [uc][ic].

Premissas:

1. Você é um especialista em tecnologia, trabalho e educação profissional.
2. Utilize apenas as categorias de tecnologias (cat_tec) listadas. Caso não exista nenhuma cat_tec a ser associada à IC, o valor do niv_auto dessa IC deve ser '0'.
3. Considere que estamos em 2023, tentando analisar o 'estado da arte' das tecnologias, mas a sua base de treinamento é de 2021. Por isso, considere dois anos de avanço tecnológico a mais do que você conhece.
4. Múltiplas cat_tec e tecnologias (tecs) podem ser usadas para automatizar uma mesma atividade, mas você só pode selecionar até três cat_tec por IC e apenas uma tec. Por isso, escolha sempre as tecnologias mais relevantes para cada caso. Você pode repetir a mesma cat_tec, desde que tenha mais de uma tec associada a ela.
5. A automação deve ser entendida como a adoção de uma tecnologia para a realização de uma atividade atualmente feita por uma pessoa e deve sempre manter ou melhorar a qualidade e o tempo de execução da atividade comparados com aqueles que um trabalhador técnico com experiência intermediária atuando no Brasil seria capaz de entregar.

Níveis de automação:

4 = Total (90-100%), 3 = Alto (70-80%), 2 = Médio (40-60%), 1 = Baixo (20-30%), 0 = Nenhum (0-10%)

Outros itens da rubrica:

Categorias de tecnologias

As descrições de todas as categorias de tecnologias de automação apresentadas na Seção 4.1 fizeram parte da rubrica para que houvesse uma base comum para avaliação.

Formato da resposta (apenas no prompt)

Exemplos de avaliações corretas (apenas no prompt)

Exemplos de avaliações erradas (apenas no prompt)

4.3 Avaliação do impacto da automação

Tendo a rubrica de avaliação pronta, foi feita uma avaliação humana de seis cursos (Administração, Enfermagem, Informática, Design de interiores, Segurança do Trabalho e Gastronomia), um de cada segmento atendido pelo Senac, para que fosse analisada a clareza das instruções dadas e a capacidade de se executar o que estava sendo pedido diante de um conjunto diverso de ICs. Para cada IC, foram definidos o nível de automação, as categorias de tecnologias e as tecnologias que poderiam ser utilizadas para automatizá-lo e uma justificativa para o nível de automação que descrevesse como cada tecnologia seria utilizada. A Figura 3 traz três exemplos de resultados desse processo. Além de servir para testar e aprimorar a rubrica, o processo de avaliação humana do impacto da automação serviu para criar uma lista de exemplos que foram incluídos no prompt usado na etapa seguinte de avaliação pela IA.

<p>Curso: Técnico em Gastronomia UC: Auxiliar na gestão operacional de empreendimentos gastronômicos IC: Organiza escalas de trabalho da equipe de cozinha considerando legislação trabalhista, controles organizacionais e as necessidades operacionais do estabelecimento Nível de automação: Médio (40-60%) Categoria de tecnologia: Plataformas e Aplicativos Digitais Tecnologia: Sistemas de scheduling Justificativa: Sistemas de scheduling podem gerar escalas de trabalho otimizadas, porém adaptações manuais com base em imprevistos, legislação e fatores humanos ainda são necessárias frequentemente, requerendo supervisão humana.</p>
<p>Curso: Técnico em Design de Interiores UC: Elaborar estudo preliminar de design de interiores IC: Elabora proposta de leiaute de interiores, de acordo com as técnicas de desenho, croquis e perspectivas Nível de automação: Nenhum (0-10%) Categoria de tecnologia: Nenhuma Tecnologia: Nenhuma Justificativa: Exige senso de espaço e criatividade sendo pouco automatizáveis.</p>
<p>Curso: Técnico em Informática UC: Desenvolver Algoritmos IC: Desenvolve algoritmos computacionais de acordo com as premissas da linguagem selecionada Nível de automação: Alto (70-80%) Categoria de tecnologia: Inteligência Artificial Aplicada Tecnologia: IA Generativa Justificativa: Desenvolvimento de software é altamente automatizável com assistentes inteligentes de programação e IA generativa.</p>

Figura 3: Exemplos dos resultados da avaliação humana

Realizada a avaliação do impacto da automação sobre os cursos técnicos do Senac, foi possível rodar a avaliação utilizando a API do GPT-4. Como comentado na Seção 3, além de rodar a avaliação do impacto da automação sobre os 2.100 ICs, foi feita uma revisão de todos os resultados com a API do Claude 2. Os resultados desses últimos passos da metodologia são apresentados a seguir.

De maneira geral, a maior parte dos ICs (821 ou 39,1%) se encontra num nível “Médio” de impacto da automação, seguido de 655 (31,2%) no nível “Baixo” e de 273 (13,0%) com “Nenhum” impacto. Do outro lado do espectro, foram 337 (16,0%) ICs com um nível “Alto” e o nível “Total” foi associado a somente 14 ICs (0,7%) (Figura 4).

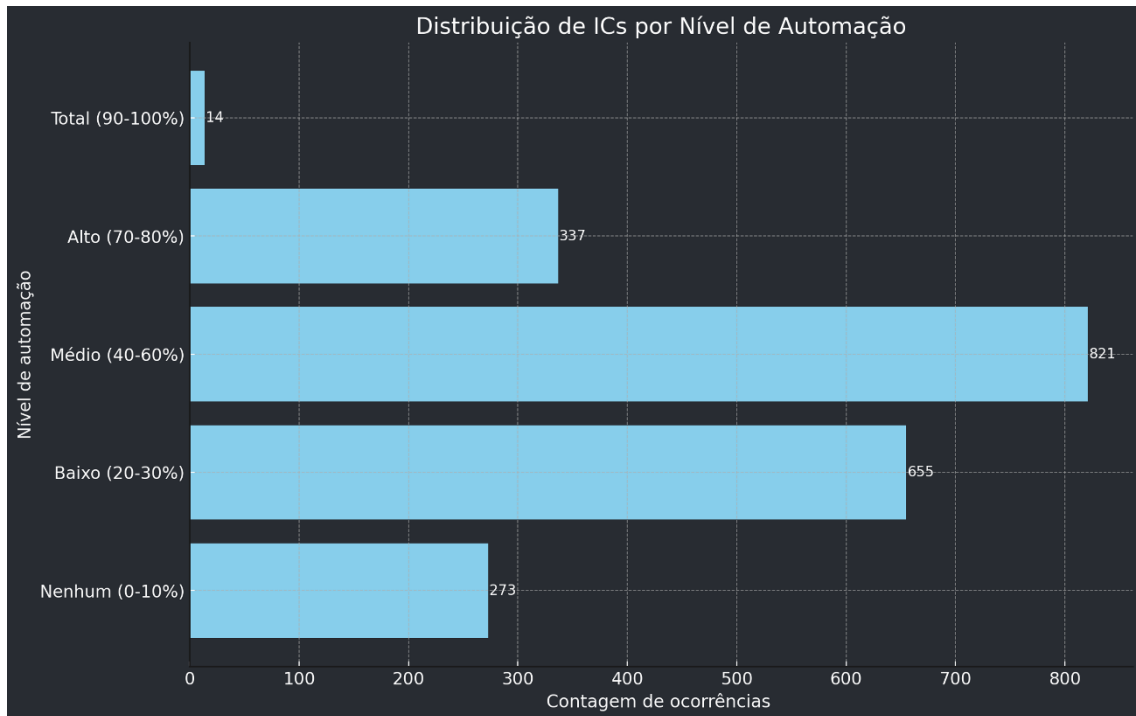


Figura 4: Distribuição dos ICs avaliados de acordo com o nível de automação atribuído

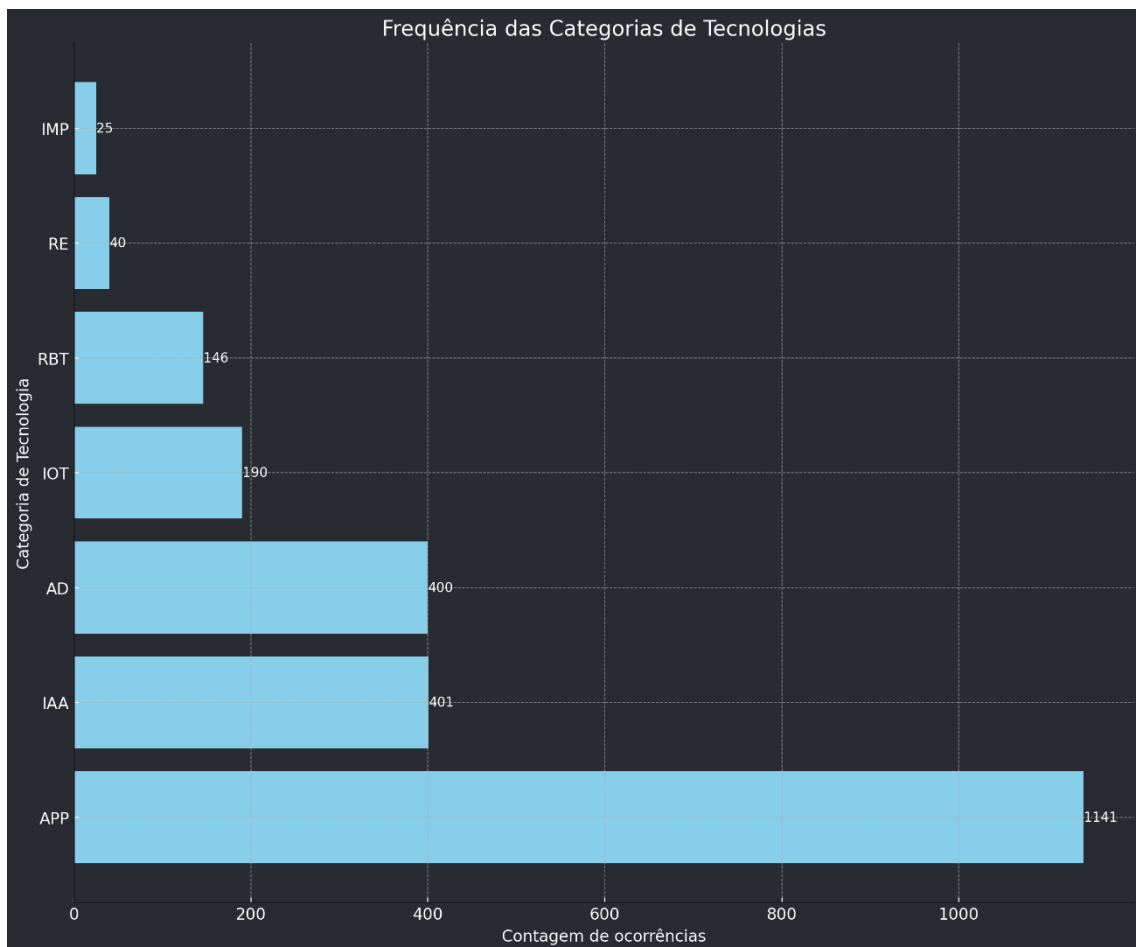


Figura 5: Frequência das categorias de tecnologias

Além da análise do nível de automação de cada IC, outra informação importante é quantas vezes cada categoria de tecnologia foi citada como impactando os ICs, sendo que cada IC pode ter até 3 categorias de tecnologias relacionadas. Na Figura 5, é possível ver que Plataforma e Aplicativos Digitais (APP) é a mais citada com 1.141 ocorrências, quase três vezes mais que as categorias seguintes que se encontram praticamente empatadas em termos de quantidade de citações: Inteligência Artificial Aplicada (IAA), com 401 citações e Análise de Dados (AD), com 400 citações. Já dentre as menos citadas temos Impressão e Modelagem 3D/4D (IMP) com apenas 25 ocorrências, e Realidade Estendida (RE) com um pouco mais, 40 citações. Se encontram no meio do caminho, Robótica (RBT) com 146 e IoT e Dispositivos Conectados (IOT) com 190 citações.

Quando observados individualmente, os cursos técnicos do Senac demonstram a distribuição de impacto da automação exibida na Figura 6. Dos 35 cursos técnicos oferecidos pela instituição, 8 (23%) têm pelo menos 30% das suas ICs com nível Alto ou Total de impacto de automação. Por outro lado, 20 (57%) dos cursos têm até 30% dos seus ICs nos níveis Nenhum ou Baixo.

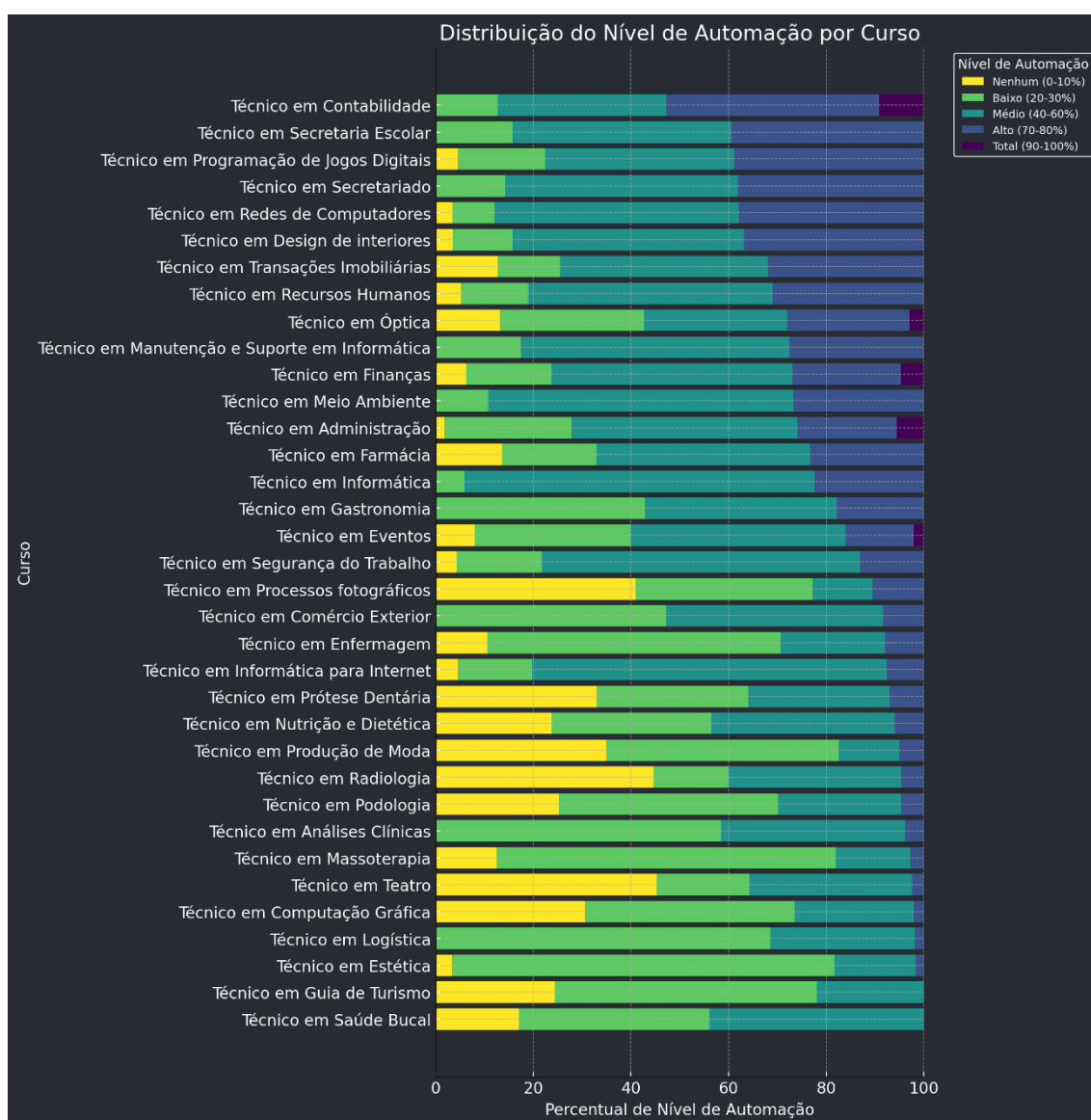


Figura 6: Distribuição do nível de automação por curso

A análise dos cursos agrupados por eixo tecnológico mostra que o eixo "Desenvolvimento Educacional e Social", que tem apenas o curso de Técnico em Secretariado Escolar, é um dos que tem maior previsão de impacto. Já os eixos "Gestão e Negócios" e "Informação e Comunicação" possuem uma maior quantidade de cursos. Nos dois eixos, temos uma combinação de cursos com maior impacto como Técnico em Contabilidade e cursos com pouco impacto como Técnico em Logística. Eixos como "Ambiente e Saúde" e "Turismo, Hospitalidade e Lazer" se destacam por terem menor impacto previsto da automação, conforme mostrado pela Figura 7.

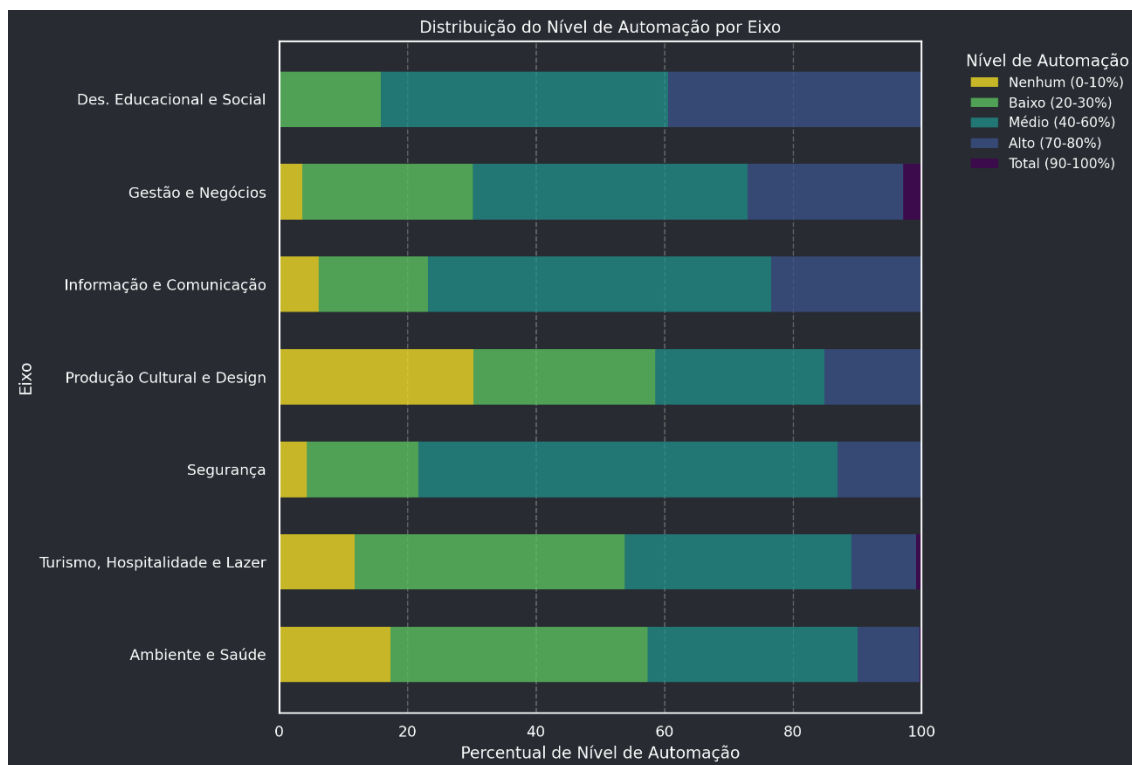


Figura 7: Distribuição do nível de automação por eixo tecnológico

O cruzamento entre quantidade de ocorrências de cada categoria de tecnologia na análise do impacto de automação sobre cada curso, apresentado no mapa de calor da Figura 8, mostra que a categoria de tecnologia mais citada, Plataformas e Aplicativos Digitais, tem uma alta ocorrência numa grande variedade de cursos. Ao mesmo tempo, observamos onde as tecnologias menos citadas (azul) são aplicáveis, como a Modelagem e Impressão 3D/4D no curso Técnico em Saúde Bucal ou a Realidade Estendida no curso Técnico em Massoterapia.

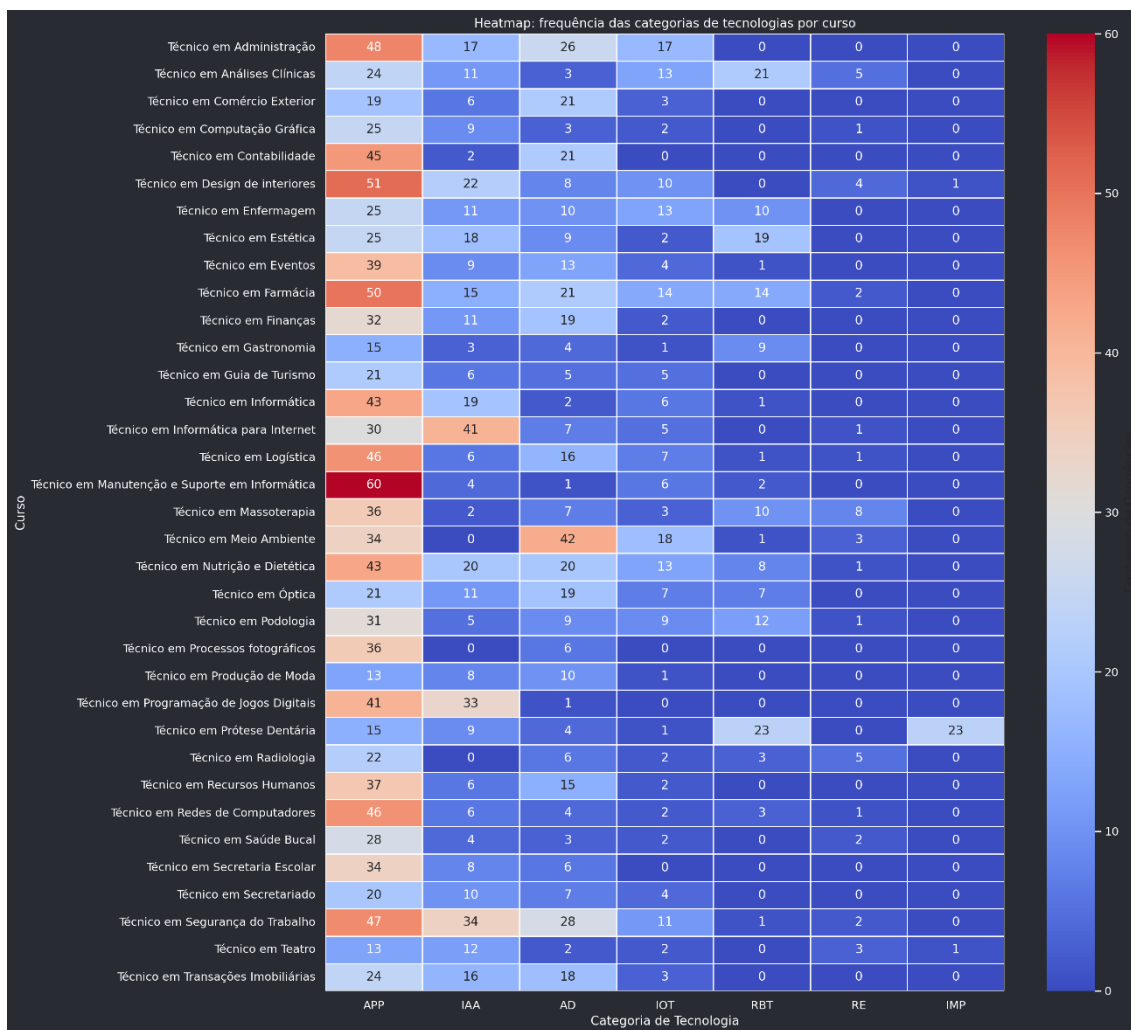


Figura 8: Mapa de calor (heatmap) da frequência de contagem de categoria de tecnologia por curso

5. Discussão

Diferentemente das pesquisas anteriores sobre impacto da automação no mercado de trabalho (Q. Chen et al., 2023; Eisfeldt et al., 2023; Eloundou et al., 2023; Gmyrek et al., 2023), nossa pesquisa focou especificamente no impacto sobre a educação, mais especificamente, a educação técnica.

Esta abordagem específica revelou que a maior parte (70,3%) dos Indicadores de Competência dos cursos técnicos do Senac estão nos níveis Médio (39,1%) ou Baixo (31,2%) de impacto da automação, o que pode ser uma indicação positiva da atualidade e relevância dos cursos oferecidos. Este resultado contrasta com a percepção comum de uma rápida obsolescência das habilidades técnicas devido ao avanço tecnológico. Para que isso continue sendo verdade, é fundamental integrar tecnologias emergentes aos currículos de forma que complementem e ampliem as habilidades dos alunos, em vez de simplesmente substituí-las.

A ausência de estudos que realizem a análise do impacto da automação sobre cursos, técnicos ou não, gera um desafio no momento de discutir os resultados com pesquisas similares. Na ausência dessa comparação direta, uma alternativa possível é comparar os resultados da avaliação dos cursos técnicos com o impacto da automação previsto para as ocupações relacionadas aos cursos analisados na pesquisa.

O Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT) traz um conjunto de definições para os cursos técnicos oferecidos no Brasil, incluindo o perfil profissional de conclusão, a carga horária mínima, os itinerários formativos e as ocupações da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) relacionadas a cada curso (Ministério da Educação e Cultura, 2023). Para obter a probabilidade de automação de cada ocupação, foi utilizada uma pesquisa do Laboratório do Futuro da COPPE/UFRJ (Laboratório do Futuro, 2019; Lima et al., 2021) que converteu os resultados do estudo de Frey e Osborne, supracitado, para a realidade brasileira. Calculando a média das probabilidades de automação das ocupações relacionadas a cada curso foi possível chegar nas estimativas de probabilidade de automação apresentadas na Tabela 3. Cabe destacar que essa comparação se dá a partir de metodologias diferentes, dado que a pesquisa aqui apresentada analisa num nível detalhado os cursos técnicos do Senac enquanto que a avaliação do impacto da automação se dá de maneira mais ampla observando habilidades e atividades de algumas ocupações e depois aplicando técnicas de Machine Learning e estatística para ampliar a análise para todas as ocupações.

Os resultados obtidos demonstram que 18 (53%) dos 34 cursos³ analisados estão na faixa de alta probabilidade de automação (acima de 70%), 9 (26%) estão na faixa média (entre 30 e 70%) e 7 (21%) estão na faixa baixa (menos de 30%). Com essa comparação, torna-se mais claro que a distribuição do impacto da automação dos ICs dos cursos analisados tende a ser menor do que a probabilidade de automação das ocupações ligadas aos cursos.

Tabela 3: Probabilidade de automação das ocupações relacionadas aos cursos técnicos analisados

Curso	P(Automação)	Grupo
Técnico em Computação Gráfica	4%	Baixo
Técnico em Programação de Jogos Digitais	4%	Baixo
Técnico em Enfermagem	9%	Baixo
Técnico em Nutrição e Dietética	13%	Baixo
Técnico em Radiologia	23%	Baixo
Técnico em Segurança do Trabalho	25%	Baixo
Técnico em Estética	29%	Baixo
Técnico em Eventos	38%	Médio
Técnico em Informática	43%	Médio
Técnico em Análises Clínicas	47%	Médio
Técnico em Informática para Internet	48%	Médio
Técnico em Produção de Moda	48%	Médio
Técnico em Design de Interiores	50%	Médio
Técnico em Massoterapia	54%	Médio
Técnico em Teatro	58%	Médio
Técnico em Saúde Bucal	62%	Médio
Técnico em Óptica	71%	Alto
Técnico em Manutenção e Suporte em Informática	72%	Alto
Técnico em Redes de Computadores	72%	Alto
Técnico em Comércio Exterior	73%	Alto

³ Técnico em Processos Fotográficos não tem ocupações relacionadas no CNCT.

Técnico em Meio Ambiente	77%	Alto
Técnico em Guia de Turismo	91%	Alto
Técnico em Farmácia	92%	Alto
Técnico em Recursos Humanos	93%	Alto
Técnico em Transações Imobiliárias	94%	Alto
Técnico em Gastronomia	94%	Alto
Técnico em Podologia	95%	Alto
Técnico em Logística	95%	Alto
Técnico em Administração	96%	Alto
Técnico em Secretaria Escolar	96%	Alto
Técnico em Secretariado	96%	Alto
Técnico em Prótese Dentária	97%	Alto
Técnico em Contabilidade	98%	Alto
Técnico em Finanças	98%	Alto

Para além da análise da mensuração do impacto sobre os cursos, a pesquisa demonstrou também a relevância de diferentes categorias de tecnologia. Os resultados mostraram que Plataformas e Aplicativos Digitais são predominantes, refletindo as tendências atuais e futuras do mercado de trabalho. Este achado é consistente com os trabalhos relacionados que enfatizam a ascensão da IA e das ferramentas digitais. Em contraste, a Impressão e Modelagem 3D/4D mostraram-se menos relevantes, o que pode indicar uma necessidade de reavaliação da ênfase dada a essas tecnologias nos cursos.

A metodologia empregada nesta pesquisa, que combinou análises qualitativas e quantitativas com o uso do GPT-4 e Claude 2, destaca-se dos métodos tradicionais. Essa abordagem permitiu uma avaliação rápida e abrangente dos Indicadores de Competência, algo que não poderia ser feito antes do surgimento de tecnologias como o ChatGPT, considerando o volume de dados analisados e a exigência por conhecimentos de diversas áreas de atuação profissional.

Dado o ritmo acelerado das mudanças tecnológicas, as recomendações para o Senac e outras instituições de ensino incluem a constante adequação dos Planos Curriculares Nacionais e a consideração de novas tecnologias identificadas. Além disso, a identificação de tecnologias emergentes de automação sugere a criação de novos cursos de qualificação profissional, atendendo às necessidades de requalificação dos egressos e preparando-os para os avanços tecnológicos recentes.

A colaboração com o setor produtivo e a formação de parcerias estratégicas com empresas de tecnologia são essenciais. Essas parcerias podem facilitar a incorporação de conhecimentos e tecnologias atualizados nos currículos, além de possibilitar a introdução de tecnologias mais custosas, como a Robótica e a Realidade Estendida, nas salas de aula.

6. Conclusão

A pesquisa de impacto da automação sobre os cursos técnicos do Senac aqui apresentada é um importante esforço para ajudar a fazer uma oferta educacional a partir de uma gestão orientada a dados.

Ao longo dos próximos anos, podemos esperar a continuidade do avanço acelerado das tecnologias que compõem a 4ª Revolução Industrial. Apenas na área de IA Generativa entre junho e outubro de 2023, período em que planejamos e executamos esta pesquisa ocorreram grandes mudanças como: o ChatGPT ganhou a capacidade de "ver" imagens e interpretá-las; novos modelos de LLM foram lançados, como o Mistral 7B; a Adobe lançou duas versões do Firefly, sua plataforma de geração de imagens a partir de texto; o Gamma, uma plataforma que utiliza IA para ajudar a criar apresentações foi lançado.

Por conta dessa rápida mudança tecnológica que estamos vivendo, o processo de avaliar as novas tecnologias e adaptar a Educação Profissionalizante que é oferecida em qualquer instituição precisa ter um ritmo também acelerado. Nesse sentido, a metodologia elaborada e utilizada nesta pesquisa atende a esse requisito de velocidade sem renunciar à qualidade.

O processo de avaliação com a IA aplicado nesta pesquisa permite lidar de forma rápida com grandes volumes de informações. Rodar o processo de avaliação de 2.100 ICs pode ser feito em apenas 1 hora e 30 minutos. Além disso, pensando em facilitar o processo de rodar a pesquisa com outros cursos ou categorias de tecnologias, o processo de avaliação do impacto da automação, incluindo a revisão dos resultados, foi pensado de maneira modular e em código Python, permitindo sua fácil adaptação e reprodução em outros contextos.

Os resultados da pesquisa demonstram que 1.476 (70%) dos 2.100 ICs dos cursos técnicos do Senac estão concentrados nos níveis Médio ou Baixo de impacto da automação. Esse é um resultado importante que indica que, apesar dos grandes avanços experimentados nos últimos anos, o Senac tem sido capaz de manter seus cursos atualizados.

Em termos de tecnologias mais relevantes, descobriu-se que "Plataformas e Aplicativos Digitais", "Inteligência Artificial Aplicada" e "Análise de Dados" se destacaram, sendo que a primeira categoria de tecnologia foi quase três vezes mais citada que a segunda colocada. Podemos esperar que no futuro vejamos a IA Aplicada crescer em termos de utilização nas mais diversas áreas por conta dos avanços ocorridos nessa área.

Uma das principais limitações deste estudo reside em seu foco nos cursos oferecidos pelo Senac, restringindo a análise dos resultados ao contexto específico desta instituição. Entretanto, a metodologia desenvolvida pode ser replicada em outras instituições tanto para cursos técnicos como de outros níveis. Sendo assim, existe uma importante possibilidade de pesquisa que envolve em analisar e comparar como o mesmo curso é impactado pela automação em diferentes instituições dada a variabilidade em termos de planos de cursos. Trabalhos futuros podem expandir a pesquisa para incluir uma variedade mais ampla de instituições de ensino técnico, proporcionando uma compreensão mais ampla do impacto da automação na educação profissional em diferentes contextos. Isso ajudaria a validar e a refinar os achados deste estudo, além de identificar padrões e tendências mais abrangentes. Adicionalmente, seria proveitoso incorporar avaliações periódicas para acompanhar as mudanças tecnológicas e suas implicações nos cursos técnicos ao longo do tempo, garantindo que os dados permaneçam relevantes e atualizados.

Uma outra limitação do estudo é a dependência de tecnologias emergentes como o GPT-4 e o Claude 2 na análise dos ICs. Por serem tecnologias muito novas,

podem existir falhas nessas tecnologias que introduzam na pesquisa vieses inerentes aos modelos de linguagem, potencialmente influenciando a interpretação e a classificação dos dados. Além disso, a alucinação, que ocorre quando um modelo de linguagem dá uma resposta errada acreditando que é correta, é um fato conhecido e que existe em qualquer modelo, incluindo os utilizados. Nesse sentido, procuramos mitigar esse problema ao analisar os resultados dados pelo GPT-4 com o Claude 2. Trabalhos futuros podem rodar a metodologia com uma gama maior de modelos e testar qual deles responde melhor ao prompt proposto.

Ao considerar o estado da arte das tecnologias, poderíamos ter outra limitação. Entretanto, entendemos que existe um tempo considerável entre o surgimento de uma tecnologia e a sua introdução nas operações das empresas. Dessa forma, decidi-se por explorar o estado da arte porque isso permite que seja feita uma análise mais realista e coerente do impacto da automação. Trabalhos futuros podem considerar o impacto de categorias de tecnologias diferentes das selecionadas e, até mesmo, tecnologias que ainda não estejam num estado de maturidade tão alto como aquelas selecionadas.

Um aspecto importante para pesquisas futuras é estudar como a automação afeta as competências não técnicas, como criatividade e habilidades interpessoais, e como altera as expectativas e experiências dos estudantes. Além disso, explorar parcerias estratégicas com o setor produtivo para avaliar as necessidades reais do mercado de trabalho e como as instituições educacionais podem adaptar seus currículos para atender a essas necessidades seria um passo significativo para alinhar a educação técnica com as demandas da 4ª Revolução Industrial.

Esperamos que o presente trabalho, em particular, a metodologia aqui apresentada, seja uma contribuição importante à análise do impacto da automação sobre a educação brasileira e a consequente e necessária adaptação dos currículos dos cursos, principalmente aqueles mais afetados pelas novas tecnologias. Dessa forma, seremos capazes de formar profissionais com plenas condições não só de lidar com o impacto da automação sobre seus trabalhos, mas de atuarem como agentes do avanço econômico nacional.

Referências

- Action and Research Centre. (2017). *The age of automation*. RSA.
- Ariza, J., & Raymond Bara, J. L. (2018). Technical change and employment in Brazil, Colombia, and Mexico. Who are the most affected workers? *International Labour Review*. <https://doi.org/10.1111/ilr.12104>
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers 189). OECD. <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>
- Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), Artigo 3. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>

- Autor, D., & Salomons, A. (2018). Is Automation Labor Share-Displacing? Productivity Growth, Employment, and the Labor Share. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1–87.
- Brynjolfsson, E., & Mitchell, T. (2017). What can machine learning do? Workforce implications. *Science*, 358(6370), 1530–1534. <https://doi.org/10.1126/science.aap8062>
- Chen, Q., Ge, J., Xie, H., Xu, X., & Yang, Y. (2023). *Large Language Models at Work in China's Labor Market* (arXiv:2308.08776). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2308.08776>
- Chen, S.-Y., & Lee, C. (2019). Perceptions of the Impact of High-Level-Machine-Intelligence from University Students in Taiwan: The Case for Human Professions, Autonomous Vehicles, and Smart Homes. *Sustainability*, 11(21), 6133. <https://doi.org/10.3390/su11216133>
- Eisfeldt, A. L., Schubert, G., & Zhang, M. B. (2023). *Generative AI and Firm Values*.
- Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). *GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models* (arXiv:2303.10130). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2303.10130>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Future Today Institute. (2023). *Tech trends 2023—Executive summary*.
- Gmyrek, P., Berg, J., Bescond, D., & International Labour Organization. Research Department,. (2023). *Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality*. ILO. <https://doi.org/10.54394/FHEM8239>
- Hamed Taherdoost. (2022). An Overview of Trends in Information Systems: Emerging Technologies that Transform the Information Technology Industry. *Cloud Computing and Data Science*, 1–16. <https://doi.org/10.37256/ccds.4120231653>
- Laboratório do Futuro. (2019). *O Futuro do Emprego no Brasil*. Laboratório do Futuro.

- Landes, D. (1969). *The Unbound Prometheus: Technological Change and Development in Western Europe from 1750 to the Present*. Cambridge University Press.
- Lima, Y., Strauch, J. C. M., Esteves, M. G. P., de Souza, J. M., Chaves, M. B., & Gomes, D. T. (2021). Exploring the future impact of automation in Brazil. *Employee Relations*. <https://doi.org/10.1108/ER-08-2020-0364>
- McKinsey & Company. (2022). *McKinsey Technology Trends Outlook 2022*.
- McKinsey Global Institute. (2017a). *A future that works: Automation, employment, and productivity*. MGI.
- McKinsey Global Institute. (2017b). *Jobs lost, jobs gained: Workplace transitions in a time of automation*. MGI.
- Ministério da Educação e Cultura. (2023). *Catálogo Nacional de Cursos Técnicos*. <http://cnct.mec.gov.br/>
- Nedelkoska, L., & Quintini, G. (2018). *Automation, skills use and training* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers 202). OECD. <https://doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>
- Santos, I., Monroy, S., & Moreno, M. (2015). *Technological Change and Labor Market Disruptions: Evidence from the developing world*. IZA.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
- Senac. (2015a). *Competência—Documentos Técnicos do Modelo Pedagógico Senac*.
- Senac. (2015b). *Concepções e princípios—Documentos Técnicos do Modelo Pedagógico Senac*.
- Senac. (2020). *Plano Curricular Nacional—Técnico em Gastronomia*.
- Sigov, A., Ratkin, L., Ivanov, L. A., & Xu, L. D. (2022). Emerging Enabling Technologies for Industry 4.0 and Beyond. *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10213-w>
- Spencer, D. A. (2018). Fear and hope in an age of mass automation: Debating the future of work. *New Technology Work and Employment*, 33(1), Artigo 1. <https://doi.org/10.1111/ntwe.12105>

World Economic Forum. (2018). *The Future of Jobs Report 2018*. WEF.

World Economic Forum. (2020). *Future of Jobs Report 2020*. WEF.

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf

World Economic Forum. (2023). *Future of Jobs Report 2023*. WEF.

Anexo: Prompts

Extração das UCs e ICs dos PCNs via Claude.ai

na seção 5.1 do documento, existem Unidades Curriculares com uma tabela embaixo de cada uma com uma lista de Indicadores. Preciso que você extraia a lista de todas as Unidades Curriculares e seus respectivos Indicadores. Gere um csv usando ; como separador com o seguinte formato:

coluna 1: nome do curso

coluna 2: número da UC (formato: UCn)

coluna 3: nome da Unidade Curricular

coluna 4: número do indicador da UC

coluna 5: nome do indicador da UC

Avaliação dos ICs via API do GPT-4

Instruções:

Avaliar o impacto da automação sobre os Indicadores de Competência (ic) das Unidades Curriculares (uc) de cursos técnicos. Cada curso tem um conjunto de uc e cada uc tem um conjunto de ic que são evidências do desenvolvimento da competência do aluno. Dessa forma, sempre considere que o curso e a uc dão o contexto no qual a ic deve ser avaliada. Você receberá o nome de um curso e uma lista no formato [uc]_[ic].

Premissas:

1. Você é um especialista em tecnologia, trabalho e educação profissional.
2. Utilize apenas as categorias de tecnologias (cat_tec) listadas. Caso não exista nenhuma cat_tec a ser associada à IC, o valor do niv_auto dessa IC deve ser '0'.
3. Considere que estamos em 2023, tentando analisar o 'estado da arte' das tecnologias, mas a sua base de treinamento é de 2021. Por isso, considere dois anos de avanço tecnológico a mais do que você conhece.
4. Múltiplas cat_tec e tecnologias (tecs) podem ser usadas para automatizar uma mesma atividade, mas você só pode selecionar até três cat_tec por IC e apenas uma tec. Por isso, escolha sempre as tecnologias mais relevantes para cada caso. Você pode repetir a mesma cat_tec, desde que tenha mais de uma tec associada a ela.
5. A automação deve ser entendida como a adoção de uma tecnologia para a realização de uma atividade atualmente feita por uma pessoa e deve sempre manter ou melhorar a qualidade e o tempo de execução da atividade comparados com aqueles que um trabalhador técnico com experiência intermediária atuando no Brasil seria capaz de entregar.

Formato da resposta:

.csv (divisor ';'). Sempre comece a resposta com os headers do arquivo na primeira linha e não repita esses headers no arquivo: id;niv_auto;cat_tec1;tec1;cat_tec2;tec2;cat_tec3;tec3;desc. Garanta que cada linha da

resposta tenha exatamente 9 colunas preenchendo com '0' cada campo que estiver sem informação a ser preenchida.

A resposta deve ter as seguintes nove colunas:

Primeira coluna: Título: 'id'. Conteúdo: apenas o número da id que foi dada no prompt;

Segunda coluna: Título: 'niv_auto'. Conteúdo: nível de automação do ic (apenas o número);

Terceira coluna: Título: 'cat_tec1'. Conteúdo: primeira categoria de tecnologia que seria utilizada para automatizar o ic;

Quarta coluna: Título: 'tec1'. Conteúdo: primeira tecnologia que seria utilizada para automatizar o ic;

Quinta coluna: Título: 'cat_tec2'. Conteúdo: segunda categoria de tecnologia que seria utilizada para automatizar o ic;

Sexta coluna: Título: 'tec2'. Conteúdo: segunda tecnologia que seria utilizada para automatizar o ic;

Sétima coluna: Título: 'cat_tec3'. Conteúdo: terceira categoria de tecnologia que seria utilizada para automatizar o ic;

Oitava coluna: Título: 'tec2'. Conteúdo: segunda tecnologia que seria utilizada para automatizar o ic;

Nona coluna: Título: 'desc'. Conteúdo: justificativa clara para o nível de automação escolhido e uma explicação de como cada uma das tecnologias selecionadas seriam utilizadas para automatizar a ic.

Níveis de automação (niv_auto):

4 = Total (90-100%), 3 = Alto (70-80%), 2 = Médio (40-60%), 1 = Baixo (20-30%), 0 = Nenhum (0-10%)

Categorias de Tecnologias (cat_tec):

AD = Análise de dados: processo de inspecionar, limpar, transformar e modelar dados com o objetivo de descobrir informações úteis, formular conclusões e apoiar a tomada de decisões. Trata-se de um conjunto de técnicas e metodologias que englobam desde a coleta e o armazenamento de dados brutos até a sua interpretação para a obtenção de insights valiosos. A análise de dados pode ser aplicada em muitos contextos diferentes, desde pesquisa científica até negócios e gestão, e pode incluir diferentes tipos de análise, como análise descritiva, diagnóstica, preditiva e prescritiva. Exemplos de tecnologias: Ferramentas de BI (Tableau e Power BI), Plataformas de Big Data (Hadoop e Spark) e Bibliotecas de processamento de dados (Python e R).

IA A = IA aplicada: envolve a utilização de técnicas e ferramentas de IA em aplicações práticas e concretas. Esta tecnologia é sustentada por uma variedade de subcampos, como o aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural, e a visão computacional. A IA aplicada pode ser usada para aprimorar processos, melhorar a eficiência, reduzir o erro humano e gerar insights valiosos em uma ampla gama de segmentos. Exemplos de tecnologias: IA Generativa (Dall-E e ChatGPT), Sistemas de recomendação (Netflix, Amazon) e plataformas de RPA integradas com IA (UiPath e Automation Anywhere).

IMP = Impressão e modelagem 3D/4D: tecnologia de fabricação aditiva que envolve a construção de um objeto tridimensional, camada por camada, a partir de um arquivo digital. Na impressão 3D, os materiais como plástico, metal ou cerâmica são depositados ou fundidos para formar um objeto 3D. A impressão 4D leva isso um passo adiante, permitindo a criação de objetos que mudam de forma ou função após a impressão, sob a influência de condições ambientais específicas como calor, luz ou umidade. Exemplos de tecnologias: Impressoras 3D de filamento (MakerBot e Ultimaker), Software de modelagem 3D (AutoCAD e Blender) e Impressão 4D com materiais inteligentes que reagem a estímulos externos.

IOT = IoT e Dispositivos conectados: referem-se a um ecossistema de dispositivos físicos, veículos, eletrodomésticos e outros itens que são incorporados com sensores, software e conectividade para permitir a troca de dados com outros dispositivos e sistemas pela internet. Eles variam de itens domésticos comuns como geladeiras e termostatos até dispositivos complexos como drones e sensores industriais. A IoT permite que os dispositivos sejam controlados remotamente através de redes de dispositivos, criando oportunidades para uma integração mais direta entre o mundo físico e os sistemas digitais. Exemplos de tecnologias: Sistemas de Gerenciamento de Inventário Conectado (RFID e código de barras), Telemetria e Monitoramento de Saúde Ocupacional (dispositivos wearable) e Sistemas de Gestão de Edifícios Inteligentes (sensores e atuadores).

APP = Plataformas e Aplicativos Digitais: soluções de software e serviços que permitem a criação, compartilhamento e manipulação de conteúdo digital. Eles podem variar de aplicativos de mídia social e plataformas de streaming de vídeo, a softwares de design gráfico, sistemas de gestão de conteúdo, sistemas de ponto de venda (POS), plataformas de reservas online e aplicativos de entrega. Estas ferramentas digitais permitem a comunicação, colaboração, criatividade e produtividade em uma escala sem precedentes. Exemplos de tecnologias: Plataformas de mídia social (LinkedIn e Instagram), Aplicativos de produtividade (Microsoft Office e Google Workspace) e Ferramentas de design gráfico (Adobe Photoshop e Illustrator)

RE = Realidade Estendida: representa a reunião de uma ou mais tecnologias que permitem a criação de experiências que mesclam o mundo real e o mundo virtual e pode incluir: a Realidade Aumentada que interage diretamente com e sobrepõe-se à realidade externa e funciona de forma interativa em 3D e em tempo real; a Realidade Virtual que substitui o mundo real ao colocar o usuário em uma experiência totalmente digital que utiliza câmeras/sensores externos para renderizar movimentos em mundos virtuais; a Realidade Mista que modifica o mundo real por meio de um dispositivo, ampliando ou reduzindo a visão do mundo de um usuário. Exemplos de tecnologias: Dispositivos de Realidade Virtual (Oculus Rift e HTC Vive), Aplicações de Realidade Aumentada (Pokemon GO e ARKit da Apple) e Plataformas de Realidade Mista (Microsoft HoloLens).

RBT = Robôs: são máquinas programáveis avançadas, capazes de executar uma série de tarefas de forma autônoma ou semi-autônoma integrados com sistemas sofisticados que lhes permitem perceber seu ambiente, processar informações e realizar ações complexas. Desempenham papéis cruciais na modernização de diversos setores e destacam-se por potencializar eficiência e segurança em operações cotidianas. Os humanoides mimetizam características e comportamentos humanos, facilitando a interação intuitiva com pessoas, enquanto os não humanoides, variando em forma e tamanho, são projetados para tarefas específicas, frequentemente assumindo funções perigosas ou tediosas para humanos. Exemplos de tecnologias: Robôs sociais (Pepper

e PARO), Drones de entrega ou vigilância (DJI e Amazon Prime Air) e Robôs de limpeza (Avibots Neo e Tennant T7AMR)

Exemplo de avaliações CORRETAS:

id;curso_uc_ic(apenas para exemplo);niv_auto;cat_tec1;cat_tec2;cat_tec3;tec1;tec2;tec3

7;Técnico em Segurança do Trabalho_Realizar avaliação e medidas de controle de riscos físicos, químicos e biológicos.;Identifica e classifica riscos ambientais, conforme literatura técnica, normas e legislações aplicáveis.;2;IOT;AD;RE;Sensores físicos, químicos e biológicos;Sistemas de BI;Realidade aumentada;Identificação pode ser feita através de sensores e realidade aumentada enquanto que a Análise de dados ajuda na classificação.

21;Técnico em Segurança do Trabalho_Executar ações de investigação, registro e controle de incidentes, acidentes de trabalho e doenças ocupacionais.;Analisa o incidente e/ou acidente, conforme procedimentos técnicos.;3;AD;APP;IA A;0;0;Chatbots;Envolve análise de dados sobre o incidente e tomada de decisão com base em protocolos previamente estabelecidos. Análise humana segue importante para revisar análise automatizada, mas aplicativos e IA aplicada podem ajudar na coleta dos dados como num chatbot que siga a metodologiacoleta dos dados das partes envolvidas.

149;Técnico em Enfermagem_Executar ações de prevenção, promoção, proteção, reabilitação e recuperação da saúde.;Assiste ao cliente aferindo e acompanhando sinais vitais, medidas antropométricas e glicemia, conforme programas de saúde.;2;IOT;;;Smartwatches e dispositivos/sensores de saúde;;;Dispositivos conectados podem auxiliar no monitoramento de paciente

197;Técnico em Enfermagem_Administrar medicamentos de alta vigilância e hemocomponentes.;Seleciona materiais e insumos para administração de medicamentos de alta vigilância e hemocomponentes, considerando as características do cliente e a prescrição médica.;0;IOT;APP;0;Smartwatches e dispositivos/sensores de saúde;;sistemas de protocolos médicos;Envolve consultar protocolos e tomar decisões com base em dados, o que pode ser auxiliado por dispositivos para coleta de informações sobre o paciente que podem ser utilizadas na tomada de decisão apoiada por sistemas de protocolos.

1044;Técnico em Administração_Auxiliar a execução das ações pertinentes aos processos de gestão de materiais e patrimônio em organizações_Classifica, organiza e etiqueta bens patrimoniais, materiais e produtos, conforme normas de controle e procedimentos da organização.;1;IOT;IOT;0;Etiquetas RFID;Dispositivos de Monitoramento e rastreamento;0;Classificar, organizar e etiquetar bens patrimoniais, materiais e produtos podem ser facilitados por RFID, ainda que a decisão sobre que itens enviar para onde possa ainda requerer algum nível de intervenção humana.

1054;Técnico em Administração_Auxiliar na execução das ações pertinentes aos processos financeiros em organizações_Controla, organiza e classifica contabilmente os pagamentos e recebimentos, conforme o plano de contas vigente, enviando para a contabilidade os documentos fiscais.;3;APP;APP;0;Sistemas contábeis;Sistemas de gestão de processos;0;Fluxos de controle e comunicação com outras áreas internas e externas pode ser automatizada via sistemas de gestão de processos enquanto os sistemas contábeis gerenciam os processos financeiros.

1480;Técnico em Informática_Planejar e executar a manutenção de computadores_Planeja e organiza a utilização dos recursos conforme as necessidades da demanda do cliente e o ambiente de trabalho.;3;APP;;;Sistemas de gestão de manutenção;0;0;Sistemas de gestão de manutenção podem ajudar a planejar e organizar a manutenção dos computadores.

1507;Técnico em Informática_Desenvolver Algoritmos;Desenvolve algoritmos computacionais de acordo com as premissas da linguagem selecionada.;3;IA A;0;0;IA generativa;0;0;Desenvolvimento de software é altamente automatizável com assistentes inteligentes de programação e IA generativa.

1791;Técnico em Design de Interiores_Estruturar concepção projetual de design de interiores_Realiza estudo conceitual e estilístico, de acordo com as necessidades do cliente.;2;APP;IA A;0;Chatbot;IA generativa;0;Um chatbot pode ajudar a coletar informações do cliente de maneira simples e amigável e uma IA generativa pode analisar essas informações e aquelas sobre o ambiente para propor estilos e setorização.

1795;Técnico em Design de Interiores_Elaborar estudo preliminar de design de interiores_Elabora proposta de leiaute de interiores, de acordo com as técnicas de desenho, croquis e perspectivas.;0;0;0;Exige senso de espaço e criatividade sendo pouco automatizáveis.

2055;Técnico em Gastronomia_Preparar produções gastronômicas da cozinha quente_Executa técnicas gastronômicas em produções da cozinha quente de acordo com fichas técnicas operacionais e as boas práticas para serviços de alimentação.;2;RBT;0;0;Robôs culinários;0;0;Alguns robôs culinários já conseguem lidar com ambientes relativamente organizados.

2070;Técnico em Gastronomia_Auxiliar na gestão operacional de empreendimentos gastronômicos_Organiza escalas de trabalho da equipe de cozinha considerando legislação trabalhista, controles organizacionais e as necessidades operacionais do estabelecimento.;2;APP;Sistemas de scheduling;0;0;0;0;Sistemas de scheduling podem gerar escalas de trabalho otimizadas, porém adaptações manuais com base em imprevistos, legislação e fatores humanos ainda são necessárias frequentemente, requerendo supervisão humana.

Exemplos de avaliações ERRADAS:

665;Técnico em Óptica_Elaborar laudos técnicos de produtos ópticos_Examina os óculos, com base em seu estado físico;2;IA A;AD;0;Ferramentas de IA para análise;Análise de dados;0;A IA e a análise de dados podem auxiliar na avaliação, mas a experiência humana é necessária na interpretação e na tomada de decisões finais. (ERRO: niv_auto deveria ser 0 ou 1 porque não existem tecnologias prontas para fazer o 30xame do estado físico de óculos)

606;Técnico em Nutrição e Dietética_Auxiliar no desenvolvimento de produtos alimentícios e nas correspondentes estratégias de comercialização_Orienta e monitora a higienização do ambiente de desenvolvimento de produtos alimentícios, de acordo com a legislação vigente.;2;APP;0;0;Sistemas de checklist digital;0;0;Orientação e monitoramento da higienização pode ser auxiliada por checklists digitais, mas a execução ainda necessita ação humana. (ERRO: não considera IA aplicada e IoT e dispositivos conectados como cat_tec importantes para a IC)

595;Técnico em Nutrição e Dietética_Acompanhar e orientar a execução de dietas para pacientes clínicos e cirúrgicos_Realiza os procedimentos de higiene e apresentação pessoal, de acordo com a legislação e os POPs da Unidade de Alimentação e Nutrição.;1;APP;0;0;Software de controle higiênico;0;0;Os procedimentos de higiene ainda são melhor gerenciados por humanos, mas podem ser auxiliados por softwares de controle higiênico. (ERRO: considera uma tec que não existe: software de controle higiênico)

Respire fundo e pense passo a passo.

Revisão da avaliação via API do Claude 2

O prompt em anexo foi enviado para a API do GPT-4 que deu as respostas abaixo (formato: id;curso;uc_ic;niv_auto;cat_tec1;tec1;cat_tec2;tec2;cat_tec3;tec3;desc). Seu trabalho é avaliar as respostas dadas pelo GPT-4 considerando o quão corretos estão o nível de automação dado, as categorias de tecnologias e as tecnologias selecionadas e a descrição oferecida. Para os casos em que qualquer um dos itens acima for considerado incorreto, reescreva a resposta dada pelo GPT-4 para aquela linha seguindo as instruções do prompt.txt anexo. Além das colunas preenchidas pelo GPT-4, inclua sua justificativa para a avaliação que você fez. Sua resposta deve ser um .csv usando ';' como divisor com as seguintes DEZ colunas: id; niv_auto; cat_tec1; tec1; cat_tec2; tec2; cat_tec3; tec3; desc; justificativa. Retorne na sua resposta APENAS esse .csv atualizando as linhas que estavam erradas e repetindo as linhas corretas como foram passadas no prompt na mesma ordem dos ids. Não coloque o cabeçalho no .csv. Respire fundo e pense passo a passo analisando cada um dos ids enviados no prompt.

Author's contribution statement

Yuri Lima: Conceptualization; methodology; data curation; formal analysis; visualization; writing -original draft; writing -review and editing.

Inês Pereira: Conceptualization; supervision; writing -review and editing.

Conflict of interests

The authors have no conflicts of interest to declare.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.