
UTILIZAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS PARA VERIFICAÇÃO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES NO TÉCNICO INTEGRADO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

GABRIEL SOLINO DE ABREU ARÊAS

Instituto Federal Fluminense *campus* Campos-Centro

E-mail: gabriel.areas@iff.edu.br

ADELSON SIQUEIRA CARVALHO

Instituto Federal Fluminense *campus* Campos-Centro

E-mail: adelson.siqueira@gsuite.iff.edu.br

RESUMO:

Este artigo apresenta os resultados de uma investigação acerca da aplicação de mapas conceituais para verificar a aprendizagem significativa em atividades interdisciplinares com estudantes de um Curso Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio em um *campus* de um Instituto Federal do interior do estado do Rio de Janeiro. Baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e utilizando os Mapas Conceituais idealizados por Joseph Novak, este trabalho adotou uma abordagem qualitativa com uma intervenção pedagógica por meio de uma Sequência Didática Interdisciplinar. Integraram-se conceitos de Física, Controladores Lógicos Programáveis, Instrumentação, Controle de Processos e Comandos Pneumáticos, utilizando-se a Sala de Aula Invertida e atividades práticas em Bancada Didática. A análise dos mapas conceituais, elaborados pelos estudantes antes e após a intervenção, revelou um aumento significativo de 32,56% na qualidade das ligações cruzadas, indicando reconciliações integrativas profundas e uma melhor assimilação dos conceitos interdisciplinares.

PALAVRAS-CHAVE:

Aprendizagem Significativa, Mapas Conceituais, Interdisciplinaridade, Sala de Aula Invertida.

UTILIZATION OF CONCEPT MAPS FOR ASSESSING MEANINGFUL LEARNING IN INTERDISCIPLINARY ACTIVITIES IN INDUSTRIAL AUTOMATION INTEGRATED TECHNICAL COURSE

ABSTRACT:

This article presents the results of an investigation into the use of concept maps to assess meaningful learning in interdisciplinary activities with students from a Technical Course in Industrial Automation integrated into High School at a Federal Institute campus in the interior of Rio de Janeiro state. Based on David Ausubel's Theory of Meaningful Learning and using Joseph Novak's Concept Maps, this work adopted a qualitative approach with a pedagogical intervention through an Interdisciplinary Didactic Sequence. Concepts from Physics, Programmable Logic Controllers, Instrumentation, Process Control, and Pneumatic Commands were integrated, using the Flipped Classroom and practical activities on a Didactic Bench. The analysis of the concept maps, created by students before and after the intervention, revealed a significant

increase of 32.56% in the quality of cross-links, indicating deep integrative reconciliations and improved assimilation of interdisciplinary concepts.

KEYWORDS:

Meaningful Learning, Concept Maps, Interdisciplinarity, Flipped Classroom.

1. INTRODUÇÃO

Goldman (1979) retrata que uma melhor compreensão da realidade acontece mediante a um olhar interdisciplinar e, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, a interdisciplinaridade deve ser um dos princípios pedagógicos a redefinir a relação entre os sistemas de ensino e escolas, não diluindo as disciplinas, mas integrando-as por meio da compreensão de múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade (BRASIL, 1999).

A fim de verificar a aprendizagem dos estudantes em atividades interdisciplinares, pode-se recorrer à teoria da Aprendizagem Significativa (AS), concebida por David Ausubel, que discorre sobre a maneira como um novo conceito pode ser construído relacionando-se com o conhecimento prévio do estudante (MOREIRA; MASINI, 2001).

Conceitos de áreas disciplinares diferentes podem ser relacionados por meio de reconciliações integrativas, uma propriedade importante da AS caracterizadas pelo processo em que elementos previamente claros, estáveis e diferenciados na estrutura cognitiva do aprendiz são reconhecidos como inter-relacionados. Esse reconhecimento não só confere novos significados a esses elementos, mas também promove uma reorganização substancial na estrutura cognitiva, enriquecendo a compreensão global do indivíduo (MOREIRA, 2012).

Joseph Novak apresenta os Mapas Conceituais (MC) como uma ferramenta visual para identificar indícios de AS no estudante, e a propriedade da reconciliação integrativa pode ser sinalizada no uso de ligações cruzadas no MC (MOREIRA, 2013).

A fim de colocar em prática esses conceitos, pode-se utilizar a metodologia da Sala de Aula Invertida (SAI), em que a exposição da teoria se dá anteriormente ao momento da aula e distante do ambiente escolar (podendo ser de forma *on-line*) a fim de garantir o tempo em sala de aula para que os estudantes se dediquem à realização de problemas, discussão em grupo ou a atividades nos laboratórios (BERGMANN; SAMS, 2012).

Para realizar a interdisciplinaridade durante os momentos em sala, pode-se utilizar bancadas didáticas, que se caracterizam por equipamentos que simulam processos industriais em contexto educacional e representam uma ferramenta pedagógica importante, pois proporcionam aos estudantes uma experiência prática próxima à realidade e, sendo assim, facilitam a aplicação da teoria (OLIVEIRA *et al.* 2013).

Esta pesquisa se baseia na aplicação de uma Sequência Didática (SD) interdisciplinar, para os estudantes do Curso Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio em um *campus* de um Instituto Federal do interior do estado do Rio de Janeiro, utilizando uma bancada didática seletora de peças e integrando conceitos de diferentes componentes curriculares. Para coleta dos dados, utilizou-se MC construídos pelos estudantes antes e depois da aplicação da SD.

Diante disso, este estudo teve por objetivo investigar como os mapas conceituais podem ser utilizados para verificação de aprendizagem significativa em atividades interdisciplinares em um Curso Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio.

Para tanto, na seção dois serão explorados os conceitos que norteiam a aprendizagem significativa com destaque para a propriedade da reconciliação integrativa, além dos MC e seu uso como instrumento de avaliação. Na seção três será explorada a interdisciplinaridade com o uso da metodologia da sala de aula invertida apoiada pelos ambientes virtuais de aprendizagem e as bancadas didáticas. Na seção quatro serão apresentados os procedimentos metodológicos para implementação da sequência didática interdisciplinar e, na seção cinco, apresentados os resultados e discussão com destaque para a análise dos mapas conceituais.

2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E MAPAS CONCEITUAIS

David Ausubel relata que, para que ocorra Aprendizagem Significativa (AS), duas condições devem ser satisfeitas: que o estudante tenha o desejo de aprender e que o conteúdo seja significativo (MOREIRA, 1999). Sem essa predisposição, o estudante tende a recorrer à memorização sem significado, caracterizando, segundo Ausubel, a aprendizagem mecânica ou automática. A aprendizagem automática ocorre quando há simples memorização das informações sem uma relação substantiva e não arbitrária com os subsunçores (conhecimentos prévios) que já existem na estrutura cognitiva do estudante (ALMEIDA; MOREIRA, 2008).

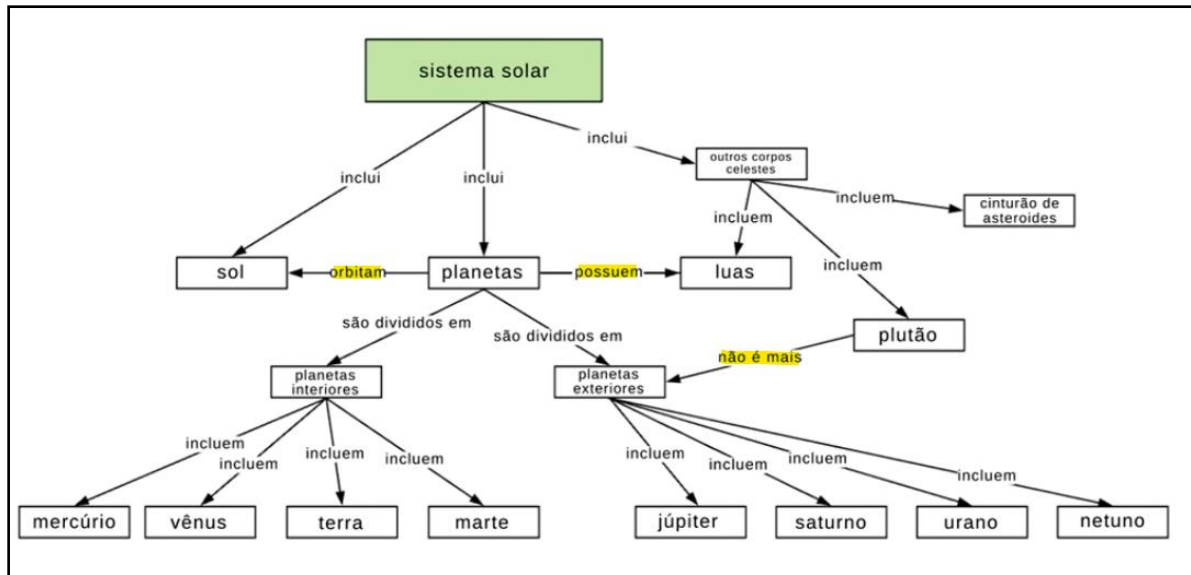
Para Ausubel o processo de aprendizagem é particular de cada estudante. Os conteúdos têm uma lógica e estrutura, mas a forma como o estudante recebe e assimila esse conceito é particular e individual. Isso ocorre porque, conforme sua teoria, cada indivíduo relaciona um novo conceito com seus conhecimentos prévios, também chamados de subsunçores. A partir deles, o conhecimento é construído e relacionado por meio de ampliação e reconfiguração (MOREIRA; MASINI, 2001).

Sendo assim, o professor deve sempre levar em consideração em seu planejamento os conteúdos que o estudante já sabe e a partir daí conectar os novos conceitos com esses subsunçores, entendendo sempre que tudo o que for trabalhado deve fazer sentido para ele. Além disso, o professor tem um papel muito importante em manter o discente motivado. Para isso deve procurar iniciar a aula com uma questão a ser resolvida, evitando partir diretamente para explicações que possam tirar dele a capacidade investigativa que gera descobertas e dúvidas (MOREIRA; MASINI, 2001).

Baseando-se na teoria da AS, os Mapas Conceituais (MC) são vistos como uma ferramenta valiosa para a organização e representação do conhecimento, pois destacam, por meio de proposições ou afirmações esclarecedoras, as ligações formadas entre as principais ideias (NOVAK; CAÑAS, 2008).

Por meio deles a organização do conhecimento pode ser visualizada e os conceitos são dispostos de forma hierárquica dentro de círculos ou retângulos conectados por linhas e palavras (conectores) representando as relações entre eles, como pode ser visto na Figura 1 (ALMEIDA; MOREIRA, 2008).

Figura 1: Exemplo de Mapa Conceitual



Fonte: Lucidchart (2018)

As proposições são as unidades básicas dos MC formadas por três componentes essenciais: um conceito inicial, um termo de ligação, e um conceito final. A presença obrigatória de um termo de ligação, que define de forma clara a relação entre dois conceitos, é o que dá aos MC sua característica distintiva de busca por significados precisos e explícitos (CORREIA; SILVA; ROMANO JUNIOR, 2010).

Os MC, diferenciando-se de organogramas ou diagramas de fluxo, não denotam sequência, temporalidade ou direcionalidade, nem implicam hierarquias organizacionais ou de poder. Eles são estruturados para representar relações significativas entre conceitos, que podem, mas não necessariamente, formar hierarquias conceituais. Isso os distingue também de redes semânticas, que não são estruturadas hierarquicamente, e de mapas mentais, que são mais associativos e não focam em relações conceituais específicas. Diferentemente de quadros sinópticos, que são classificatórios, os mapas conceituais visam relacionar e hierarquizar conceitos, e não classificá-los (MOREIRA, 2012).

Pode-se desenvolver um MC para variados contextos educacionais — desde uma aula isolada até um curso inteiro ou um programa educacional completo. A principal variação reside no nível de generalidade dos conceitos representados no mapa (MOREIRA, 2012).

No contexto da teoria da AS, a propriedade da reconciliação integrativa desempenha papel fundamental no processo de aprendizagem e na forma como o conhecimento é organizado dentro da hierarquia na estrutura cognitiva do estudante (MOREIRA, 2012). Esta propriedade se concentra em entender as distinções e similitudes entre os conceitos, promovendo uma compreensão mais profunda e uma reorganização da estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; ONTORIA *et al.* 2005; MOREIRA, 2006 *apud* SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010).

Os MC são capazes de evidenciar os processos de reconciliação integrativa realizados pelo aprendiz (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010). De acordo com Moreira (2012), para encontrar indicadores de reconciliação integrativa, é preciso “subir” nas hierarquias conceituais e proposicionais.

Outro possível sinalizador de reconciliação integrativa são as ligações cruzadas (destaque da Figura 1) que, segundo Moreira (2013), permitem visualizar como um conceito em determinado domínio do conhecimento está relacionado a um conceito em outro domínio identificado no MC. No entanto, Peña (2005) chama atenção para o fato de que, ao analisar as relações cruzadas entre grupos de conceitos distintos, é importante entender o modo e a razão por trás dessas relações.

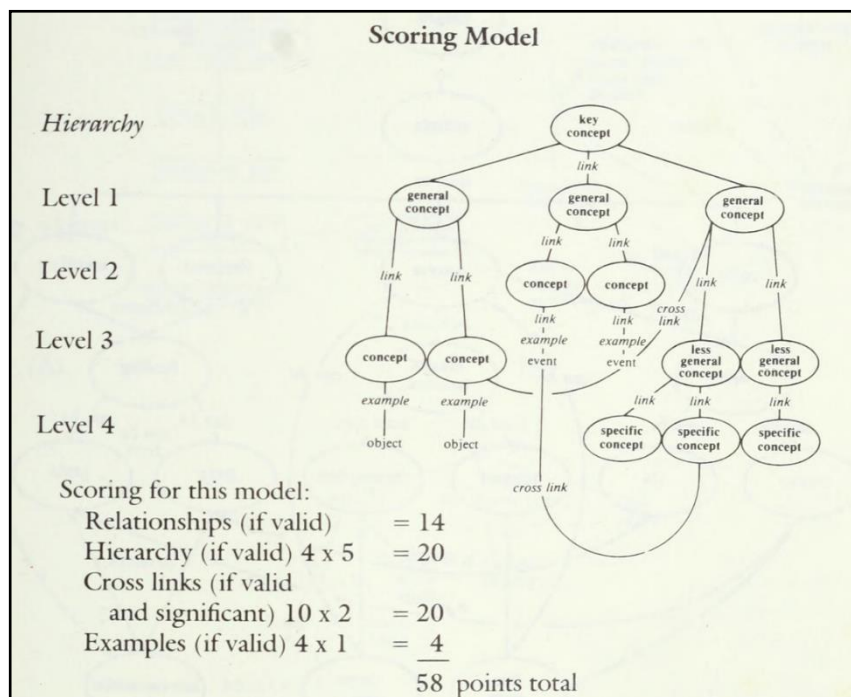
A estrutura hierárquica e a capacidade do estudante em realizar novas ligações cruzadas são duas características importantes na facilitação do pensamento criativo (NOVAK; CAÑAS, 2012). Moreira (2012) reforça que, ao utilizar ligações cruzadas, o estudante realiza saltos criativos.

Usados de forma avaliativa, os MC apresentam várias características vantajosas: eles estimulam *feedbacks* frequentes e de alta qualidade; facilitam a regulação do ensino, promovendo a variabilidade didática; consideram o erro como parte integrante do processo de aprendizagem; aumentam o envolvimento do estudante na gestão do seu próprio processo de aprendizagem, melhorando a autoestima e a motivação; e promovem a autorregulação da aprendizagem (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010).

Na obra de Novak e Gowin (1984), *Learning how to learn*, os autores propõem uma forma de avaliar os mapas conceituais com base em critérios específicos (Figura 2). Esta metodologia de avaliação quantitativa considera: a presença e validade das proposições; a hierarquia dentro do mapa, enfatizando a importância de cada conceito subordinado diretamente abaixo de um conceito mais geral; as ligações cruzadas, que demonstram relações significativas entre segmentos do mapa

que não estão diretamente conectados, valorizando a capacidade do estudante de sintetizar e integrar informações; e a identificação de exemplos específicos que apoiam os conceitos e a estrutura geral do mapa. A pontuação total para o modelo apresentado é calculada multiplicando-se o número de relações, hierarquias, ligações cruzadas e exemplos válidos pelo valor de pontos correspondente, oferecendo uma medida quantitativa do entendimento do estudante sobre as relações entre os conceitos estudados.

Figura 2: Modelo de Pontuação proposto por Novak e Gowin



Fonte: Novak e Gowin (1984, p. 36-37).

Nas pesquisas de Correia, Silva e Romano Junior (2010) e Almeida e Moreira (2008) pode-se observar análises de MCs realizadas de cunho qualitativo, com a participação de especialistas e organização dos mapas em categorias distintas. Contudo, Novak e Gowin (1984) enfatizam que critérios de pontuação quantitativos quando aplicados com a compreensão dos princípios da AS, podem avaliar a aprendizagem de forma tão eficaz quanto a maioria das outras abordagens.

Conclui-se esta seção com esta forma de utilização dos mapas conceituais como instrumento de avaliação, com destaque para as ligações cruzadas que podem representar reconciliações integrativas, propriedade fundamental na teoria da aprendizagem significativa proposta por David

Ausubel. Em sequência será dado destaque à interdisciplinaridade com o uso da metodologia da sala de aula invertida apoiada pelos ambientes virtuais de aprendizagem e as bancadas didáticas.

3. INTERDISCIPLINARIDADE COM SALA DE AULA INVERTIDA E BANCADAS DIDÁTICAS

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a interdisciplinaridade deve ser um dos princípios pedagógicos a redefinir a relação entre os sistemas de ensino e escolas, não diluindo as disciplinas, mas integrando-as por meio da compreensão de múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade (BRASIL, 1999).

O ensino interdisciplinar é diferente do ensino multidisciplinar ou transdisciplinar, pois requer a cooperação das disciplinas em vez de uma simples justaposição ou uma tentativa de natureza transgressiva, respectivamente (DOMINGUES, 2012). Sua proposta é estabelecer ligações de complementaridade, convergência, interconexões e passagens entre os conhecimentos. O currículo deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o estudante para a vida em sociedade, a atividade produtiva e experiências subjetivas, visando à integração (FORTES, 2009).

Na interdisciplinaridade os componentes curriculares cooperam entre si com o objetivo de integrar conceitos, terminologias, métodos e dados em conjuntos mais amplos, a fim de solucionar problemas de forma mais abrangente, sendo vista como uma estratégia importante para a organização do ensino, pois permite uma maior articulação entre diferentes áreas do conhecimento (DOMINGUES, 2012).

Contudo, a implementação bem-sucedida de uma atividade interdisciplinar depende de um bom planejamento e também do comprometimento coletivo dos professores envolvidos, já que tal integração necessita do entendimento de matérias específicas e técnicas relacionadas ao curso. Esta abordagem exige que tanto educadores quanto estudantes saiam de suas áreas de conforto, ao menos por um tempo, para engajarem-se na conexão de tópicos que inicialmente parecem desconexos (SANTOS *et al.* 2017).

A SAI é uma metodologia que pode favorecer o planejamento de atividades interdisciplinares já que ela se utiliza de materiais como videoaulas assíncronas de lição de casa e

atividades ativas e em grupo baseadas em soluções de problemas em sala de aula (BISHOP; MATTHEW, 2013).

O método tradicional de ensino transmite informações durante a aula e, em casa, os estudantes aplicam o que acabaram de aprender em exercícios. Na SAI ocorre uma “inversão”: os estudantes obtêm o conhecimento teórico em casa, e, quando eles vêm à aula, exercitam esse aprendizado por meio de problemas e atividades práticas (BERGMANN; SAMS, 2012).

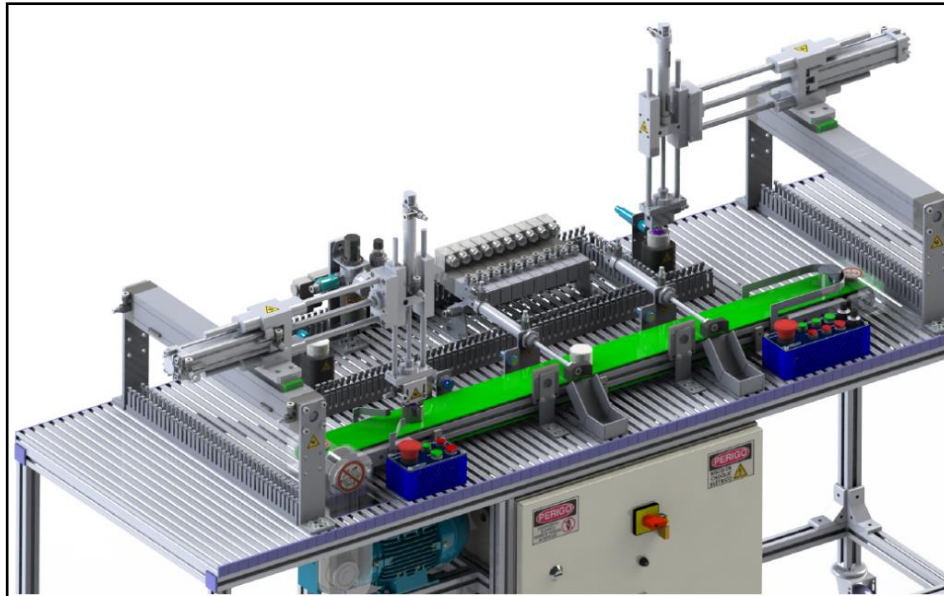
Como um dos benefícios da utilização da SAI, pode-se destacar a possibilidade de os estudantes aprenderem nos seus próprios ritmos, já que aqueles com facilidade no aprendizado de determinado tópico podem passar de forma acelerada por ele enquanto os que possuem maior dificuldade podem rever a explicação do conteúdo quantas vezes forem necessárias (HARVARD KENNEDY SCHOOL, 2022).

Quanto aos pontos negativos da metodologia, pode-se destacar a necessidade de um maior preparo do professor antes das aulas, já que, na maioria das vezes, deve-se realizar as gravações e preparar *quizzes*. Destaca-se também a necessidade de dispositivos tecnológicos para os estudantes e de ambientes propícios nas casas desses (TEACHTHOUGHT, 2022).

A fim de organizar o conteúdo para estudo fora da sala de aula, pode-se utilizar Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) como o Google Sala de Aula, criado pela empresa Google *Workspace for Education*, que se destaca por criar salas de aula virtuais onde professores podem organizar, acompanhar e avaliar o aprendizado dos estudantes de maneira eficiente (GOOGLE, 2023). Pode-se elencar, como pontos positivos desse AVA, a praticidade, navegação intuitiva e sincronização com os *e-mails* Gmail, de uso comum entre os brasileiros (SILVA; DOS SANTOS JUNIOR, 2019).

Para os momentos em sala de aula da SAI, que são destinados para aulas práticas, destaca-se a utilização das bancadas didáticas (Figura 3). Elas são equipamentos utilizados para simular processos industriais em um contexto educacional, proporcionando aos estudantes uma visão aprofundada do que os espera no mercado de trabalho, favorecendo o esclarecimento de conceitos fundamentais e facilitando a aprendizagem e análise de sistemas (OLIVEIRA *et al.* 2013).

Figura 3: Bancada Didática Seletora de Peças



Fonte: EXSTO (2017, p. 1).

A bancada da Figura 3 representa um processo de separação de peças que envolve conceitos de Física como pneumática, força e movimento, presentes na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio, além dos componentes curriculares técnicos, como o de Instrumentação, Comandos Pneumáticos, Controle de Processos e Controladores Lógicos Programáveis.

A aplicação prática de conceitos teóricos em uma bancada didática não apenas aprimora as habilidades técnicas dos estudantes, mas também desenvolve sua capacidade de resolver problemas e pensar criticamente, habilidades essenciais no ambiente industrial moderno (ANDRADE *et al.* 2016).

Desta forma, o uso de AVAs e bancadas didáticas potencializam a SAI, fornecendo recursos importantes para o estudo em casa e a realização das práticas em sala de aula.

4. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como uma abordagem qualitativa de natureza aplicada, proveniente de uma intervenção pedagógica por meio de uma sequência didática aplicada para os estudantes de um Curso Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio em um *campus* de um Instituto Federal do interior do estado do Rio de Janeiro.

Neste curso as aulas de componentes curriculares diferentes não se relacionavam e também, em sua maioria, utilizavam metodologias de ensino tradicionais. Logo, como a proposta oferece uma melhoria, optou-se pela intervenção pedagógica em que foram executadas as seguintes etapas: planejamento, implementação e avaliação (DAMIANI, 2013).

Na etapa de planejamento, foi feita uma pesquisa documental por meio da análise dos Documentos da Bancada Seletora de Peças, do Projeto Pedagógico de Curso (PPC) da turma na qual foi realizada a intervenção, e também dos Planos de Ensino referentes ao ano corrente, determinando assim quais conteúdos programáticos, componentes curriculares e atividades fariam parte da sequência didática. Nesta etapa também foram elaborados os instrumentos de coleta de dados e a sequência didática a ser experimentada, com todas suas atividades, momentos de estudo em casa e em sala, seguindo a SAI, além de datas e horários dos encontros.

Os instrumentos de coleta de dados foram a atividade de sondagem conceitual e a atividade final, realizadas pelos estudantes participantes da pesquisa contendo a construção de um mapa conceitual para verificação de aprendizagem significativa.

Na etapa de implementação, a SD foi aplicada para os estudantes do terceiro ano do Curso Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio do IFF *campus* Santo Antônio de Pádua durante o segundo trimestre do ano letivo de 2023.

O curso era integral, com aulas pela manhã e pela tarde, contendo 15 componentes curriculares (nove do núcleo básico e seis técnicas) e com carga horária semanal de aulas de 27 horas. A turma contava com 25 estudantes de faixa etária entre 16 e 18 anos, destes 21 eram do sexo masculino e quatro do sexo feminino.

Seguindo a metodologia da SAI, nos momentos em casa, os estudantes realizaram um estudo prévio de materiais disponibilizados pelo pesquisador no AVA *Google Classroom*, já os momentos presenciais possuíam uma abordagem mais prática de aplicação dos conceitos aprendidos.

Foram sete encontros presenciais, às segundas-feiras e quintas-feiras, com duração de duas horas, tempos esses provenientes dos componentes curriculares que compuseram a atividade e ocorreram no Laboratório de Automação presente no Espaço da Cultura e Tecnologia do *campus* em questão utilizando as cinco bancadas de simulação e a bancada seletora de peças.

O laboratório contava com cinco bancadas de trabalho com computador com acesso à internet e módulo de programação para CLP, três bancadas didáticas representando diferentes processos industriais, baias para instalações elétricas, e outros materiais.

Durante o primeiro encontro presencial, os estudantes realizaram a atividade de sondagem que consistiu na elaboração de um MC relacionando os conceitos dos componentes curriculares que formam a prática integrada. Um outro MC foi realizado no último encontro presencial para que o pesquisador conseguisse fazer uma análise comparativa.

Para a elaboração dos MC, o pesquisador orientou previamente os estudantes sobre o que são os MC e como poderiam elaborá-los utilizando *software* ou à mão. O *Lucidchart* foi escolhido para apresentação pelo pesquisador devido a sua praticidade, à possibilidade de ser acessado pelo navegador e a sua versão gratuita com todos recursos necessários e acessíveis.

Os demais encontros tiveram como objetivo realizar a programação e implementação de um sistema automático de seleção de peças em uma bancada didática do Laboratório de Automação.

Assuntos abordados nos encontros:

- Produção e condicionamento do ar comprimido;
- Compressor, lubrefil e manômetro;
- Simbologia dos componentes pneumáticos;
- Válvulas, cilindros e demais componentes do processo;
- Entradas e saídas, sensores e atuadores;
- Malha de controle e circuito eletropneumático;
- Como o CLP compreende os sinais de entrada e saída;
- CLP controlando processos pneumáticos;
- Programação por grupos de acionamento no *LADDER*.

Como na pesquisa aborda-se a interdisciplinaridade, os professores dos componentes curriculares de Controle e Processos Industriais, Controladores Lógico Programáveis e Sistemas Supervisórios, Física e Instrumentação participaram de forma ativa juntamente ao pesquisador, que leciona Comandos Pneumáticos.

Para cada participante da pesquisa, foi necessário o preenchimento de um Termo de Assentimento pelos estudantes e de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos pais ou responsáveis. Todo o protocolo da pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Fluminense, sendo aprovado de acordo com o parecer 6.146.987.

A última etapa da intervenção pedagógica foi a avaliação. Nela, os mapas conceituais construídos pelos estudantes foram analisados, suas características estruturais e semânticas dos foram averiguadas para identificar indícios de AS. A análise foi feita de forma semelhante a apresentada por Novak e Gowin (1984). Esta decisão foi motivada pelo fato de serem eles os criadores do método dos MC e de terem aplicado uma metodologia quantitativa. Tal abordagem é de particular importância para este artigo, pois permite uma análise estatística mais robusta dos resultados além de alinhar-se de maneira coerente com os objetivos propostos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico abordará a análise dos mapas conceituais realizados pelos estudantes durante a atividade de sondagem conceitual e atividade final.

Inicialmente serão apresentados os critérios de análise para os MC, descrevendo um pouco cada um deles, logo após serão apresentados dados gerais de comparação dos mapas dos estudantes e por fim três exemplos que se destacaram.

5.1. CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS

Como informado nos tópicos anteriores, o objetivo é encontrar evidências de aprendizagem significativa dos estudantes após a aplicação da sequência didática.

Para isso as atividades solicitaram que se elaborasse um mapa conceitual, partindo do tema “processo de classificação de peças”, contendo os seguintes conceitos:

- Eletrodinâmica; magnetismo;
- Medição de pressão; conversores A/D e D/A;
- Malha aberta; diagrama da malha de controle;

- Compressores; válvulas direcionais; atuadores pneumáticos; circuitos pneumáticos;
- Arquitetura do CLP; sensores; atuadores; sinal digital; sinal analógico; *ladder*.

Esses temas, que serviram como guias para que os estudantes construíssem o mapa, são conceitos provenientes do PPC e Planos de Ensino dos componentes curriculares que compõem a SD.

A fim de analisar devidamente os mapas, o pesquisador elaborou o Quadro 1 cuja pontuação foi pensada de acordo com uma escala descrita em detalhes.

Os critérios de análise do Quadro 1 foram planejados com base no trabalho de Novak e Gowin (1984) em que os autores apresentam uma maneira quantitativa de pontuar mapas conceituais. Os critérios escolhidos por eles foram: proposições; hierarquia; ligações cruzadas; e exemplos, como pode ser observado na Figura 2. Nesta pesquisa foi decidido manter proposições, hierarquia e ligações cruzadas, porém adicionar precisão dos conceitos e apresentação visual como outros dois critérios a serem analisados.

Quadro 1: Critérios para Análise dos Mapas Conceituais

Critérios de Análise	1 (Muito Baixo)	2 (Baixo)	3 (Médio)	4 (Alto)	5 (Muito Alto)
Precisão de Conceitos	Muitos conceitos imprecisos ou irrelevantes.	Alguns conceitos imprecisos ou pouco relevantes.	Maioria dos conceitos precisos e relevantes.	Quase todos os conceitos são precisos e relevantes.	Todos os conceitos são precisos e altamente relevantes.
Qualidade das Proposições	Proposições confusas ou incorretas.	Algumas proposições corretas, maioria confusas.	A maioria das proposições são claras e corretas.	Quase todas as proposições são claras e corretas.	Todas as proposições são claras, corretas e eficazes.
Estrutura Hierárquica	Pouca ou nenhuma hierarquia com evolução dos	Alguma hierarquia, mas limitada.	Evolução adequada dos conceitos.	Boa evolução e aprofundamento dos conceitos.	Excelente hierarquia com evolução e aprofundamento

	conceitos.				o dos conceitos.
Ligações Cruzadas	Pouca ou nenhuma ligação cruzada de conceitos diferentes.	Alguma ligação cruzada, mas superficial ou limitada.	Boa quantidade de ligações cruzadas, maioria adequada.	Maior quantidade e qualidade das ligações cruzadas, mostrando compreensão aprofundada.	Excelente número de ligações cruzadas de qualidade, demonstrando compreensão avançada.
Apresentação Visual	Pouca clareza e organização visual.	Alguma clareza, mas com falhas na organização.	Boa clareza e organização.	Muito clara e bem organizada.	Excepcionalmente clara, legível e bem organizada.

Fonte: Elaboração Própria (2024).

A precisão dos conceitos no MC avalia se os conceitos utilizados no mapa são corretos e pertinentes ao tema. A pontuação é menor nos casos em que conceitos incorretos são utilizados. Para a atividade de sondagem e atividade final, o pesquisador proporcionou aos estudantes conceitos pré-determinados para que utilizassem na prática.

A qualidade das proposições em um mapa conceitual é essencial para demonstrar como os conceitos estão inter-relacionados. Este critério avalia a clareza e a precisão das ligações entre os conceitos, se foram usados conectores ou não e se são ligações logicamente fundamentadas. Como relatou Correia, Silva e Romano Junior (2010), as proposições são o que conferem aos mapas a característica de buscar significados precisos e explícitos, logo elas devem ser claras e bem elaboradas.

A estrutura hierárquica no MC se refere à análise da construção da hierarquia, evolução e ao aprofundamento dos conceitos ao longo do tempo. Nesse critério avalia-se como o estudante expande e detalha cada conceito, demonstrando um entendimento cada vez mais complexo. Os conceitos em que se espera maior aprofundamento devem ser representados para uma pontuação maior. Essa categoria está diretamente relacionada com a diferenciação progressiva, já mencionada por Ausubel, como sendo parte das propriedades da AS (MOREIRA, 2012b).

As ligações cruzadas avaliam, assim como em Novak e Gowin (1984), se o mapa mostra conexões significativas entre um segmento do conceito hierárquico e outro segmento e se a relação mostrada é significativa e válida. Dado o caráter interdisciplinar da sequência didática e a proposta da atividade em que já apresenta conceitos dos diferentes componentes curriculares relacionados, examina-se a capacidade de o mapa demonstrar conexões interdisciplinares em suas ligações cruzadas, refletindo um entendimento integrado do assunto. Espera-se encontrar na atividade final um maior número de ligações cruzadas do que na atividade de sondagem.

Ligações cruzadas demandam a propriedade da reconciliação integrativa da AS (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010). Logo, uma maior quantidade de ligações cruzadas relevantes pode indicar que essa propriedade foi trabalhada mais a fundo no estudante (PEÑA, 2015).

A apresentação visual de um MC é fundamental, já que neste critério o pesquisador analisa a clareza, legibilidade e organização geral do mapa. Avalia-se a facilidade com que o mapa pode ser visualmente percorrido e compreendido, incluindo aspectos como disposição dos conceitos, uso de cores e legibilidade das ligações.

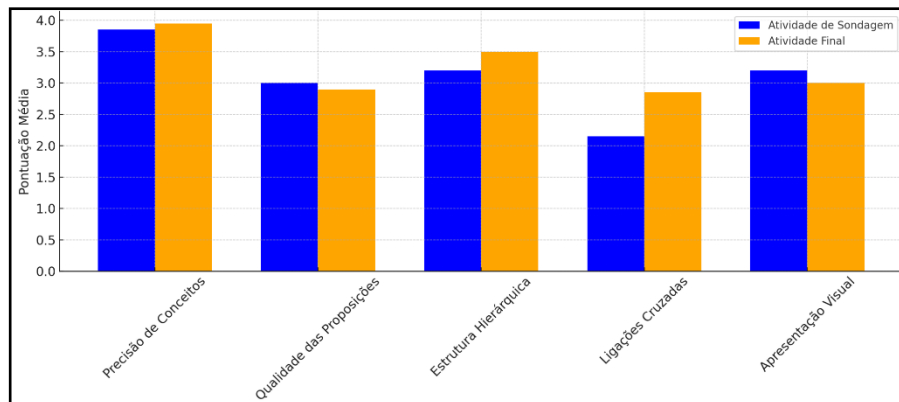
5.2. COMPARAÇÃO DOS MAPAS

Este tópico descreve o processo de análise e comparação dos MC de acordo com o referencial teórico. Dos 25 estudantes que participaram da pesquisa, três não realizaram a atividade de sondagem conceitual e dois copiaram na atividade final o mesmo mapa que fizeram na inicial, e, por causa disso, esses foram retirados da base para análise. Totalizaram-se, assim, 20 estudantes para terem seus mapas analisados.

O Gráfico 1 apresenta o desempenho médio dos estudantes comparando a atividade de sondagem conceitual com a final. A porcentagem de evolução em cada critério de avaliação entre as duas atividades foi:

- Precisão de conceitos: aumento de 2.60%;
- Qualidade das ligações: diminuição de 3.33%;
- Estrutura hierárquica: aumento de 9.38%;
- Ligações cruzadas: aumento de 32.56%;
- Apresentação visual: diminuição de 6.25%.

Gráfico 1: Comparação do Desempenho Médio dos estudantes - Sondagem vs final.



Fonte: Elaboração Própria (2024).

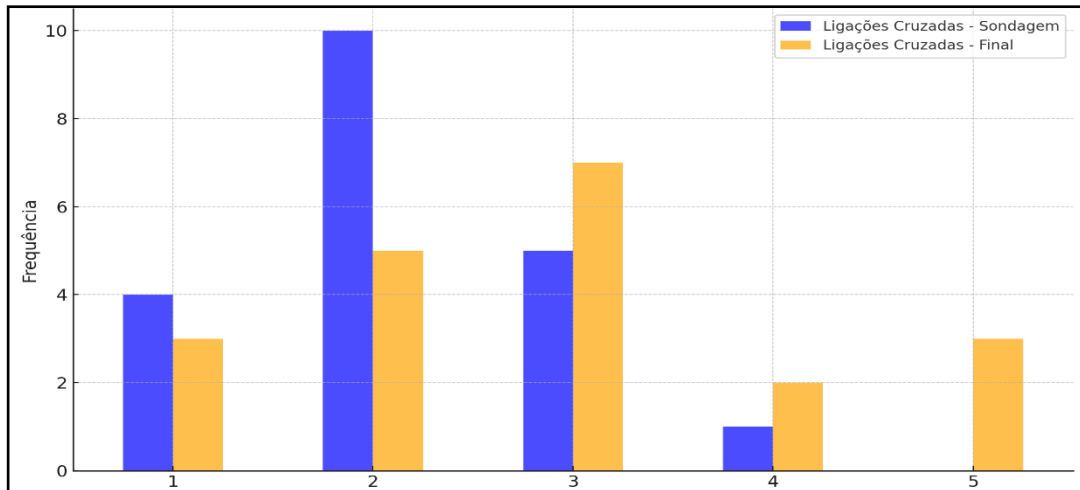
A maior evolução ocorreu no critério de ligações cruzadas, o que corrobora a proposta da pesquisa já que elas estão ligadas com a reconciliação integrativa, representando a habilidade do estudante de relacionar conceitos de diferentes áreas (MOREIRA, 2013).

A qualidade das ligações e a apresentação visual apresentaram diminuição no desempenho médio, o que pode ser justificado, a princípio, pelo fato de os estudantes terem realizado a última atividade com mais celeridade devido ao último dia de aula, próximo ao recesso escolar, de modo que muitos não quiseram utilizar o computador nesse momento e preferiram a fazer no papel.

O leve aumento nas outras categorias pode representar a melhor compreensão dos conceitos já estabelecidos durante as práticas integradas, já que os estudantes revisaram o conteúdo em casa e exercitaram nas aulas, levando a uma maior consolidação da diferenciação progressiva e podendo ser sinalizado em uma melhor estrutura hierárquica (MOREIRA, 2013).

Referindo-se novamente às ligações cruzadas, o Gráfico 2 mostra como foi a evolução da pontuação dos estudantes nesse critério. Pode-se observar que, enquanto na atividade de sondagem houve uma maior concentração de estudantes com nota 2 no critério, na atividade final a distribuição foi maior, concentrando maior quantidade em nota 3 e ainda com 3 estudantes pontuando 5, o que não ocorreu na sondagem.

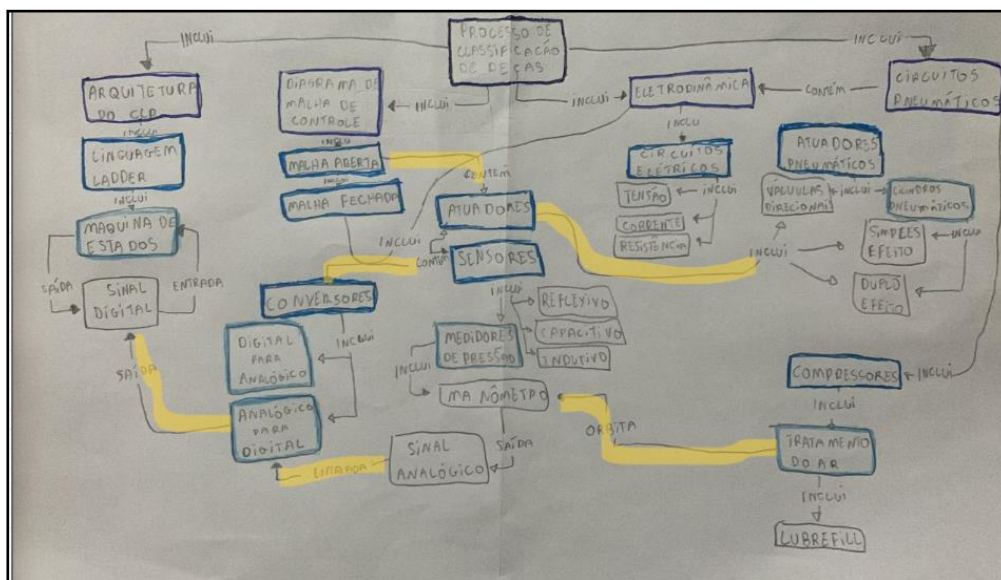
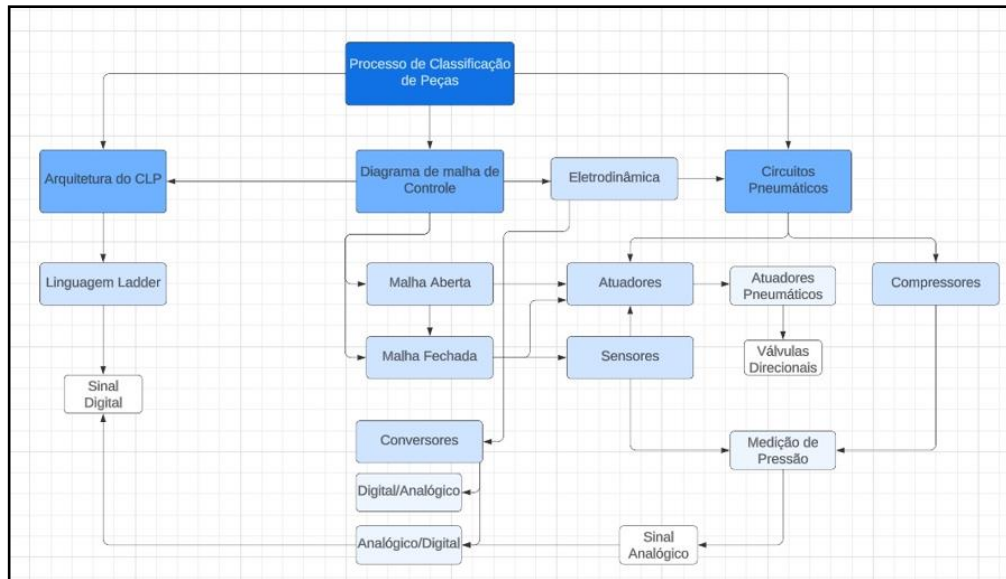
Gráfico 2: Distribuição das Pontuações da Reconciliação Integrativa - Sondagem vs Final.



Fonte: Elaboração Própria (2024).

Alguns MC analisados recebem destaque. Nos mapas da Figura 4, observa-se, em um dos casos estudados, um aumento significativo nas relações cruzadas entre os conceitos de diferentes disciplinas. Nota-se, adicionalmente, que o estudante optou por realizar a atividade final em papel. Esses dois fatos evidenciam informações que corroboram as discussões anteriores. Destaca-se também uma evolução na complexidade dos conceitos, com o estudante demonstrando capacidade de integrar um número maior em sua análise.

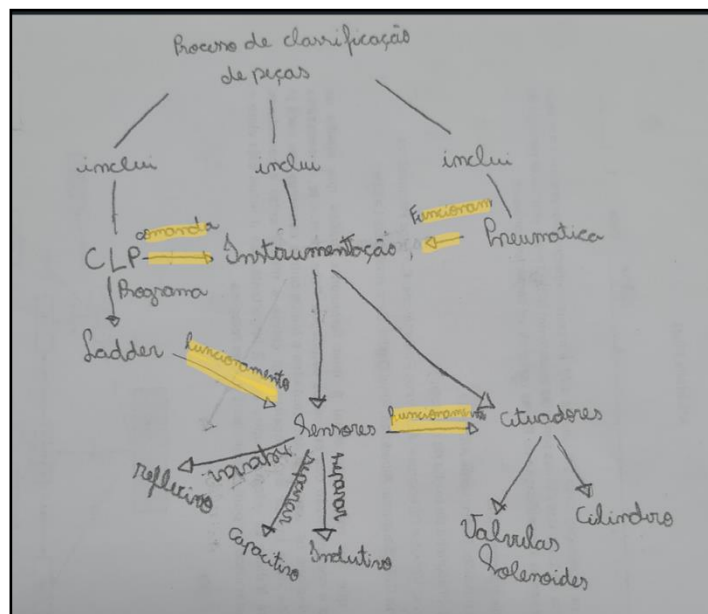
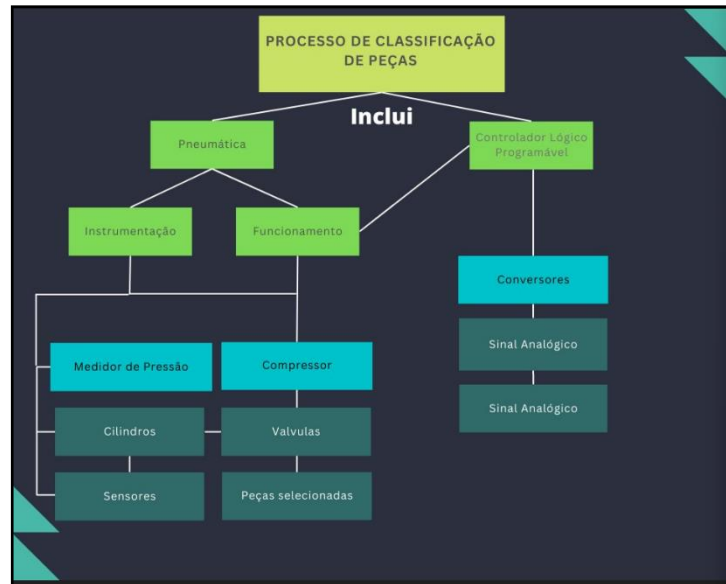
Figura 4 - Comparação dos Mapas Conceituais Estudante 1.



Fonte: Estudante 1 (2023).

No exemplo da Figura 5, apesar da simplicidade apresentada, o mapa conceitual do estudante evidencia um aprimoramento nas relações cruzadas entre os conceitos de componentes curriculares diferentes. O estudante incluiu os componentes curriculares de CLP, Instrumentação e Comandos Pneumáticos como categorias distintas, interconectando-as de maneira eficaz, o que reflete sua compreensão acerca da inter-relação entre estas áreas de estudo.

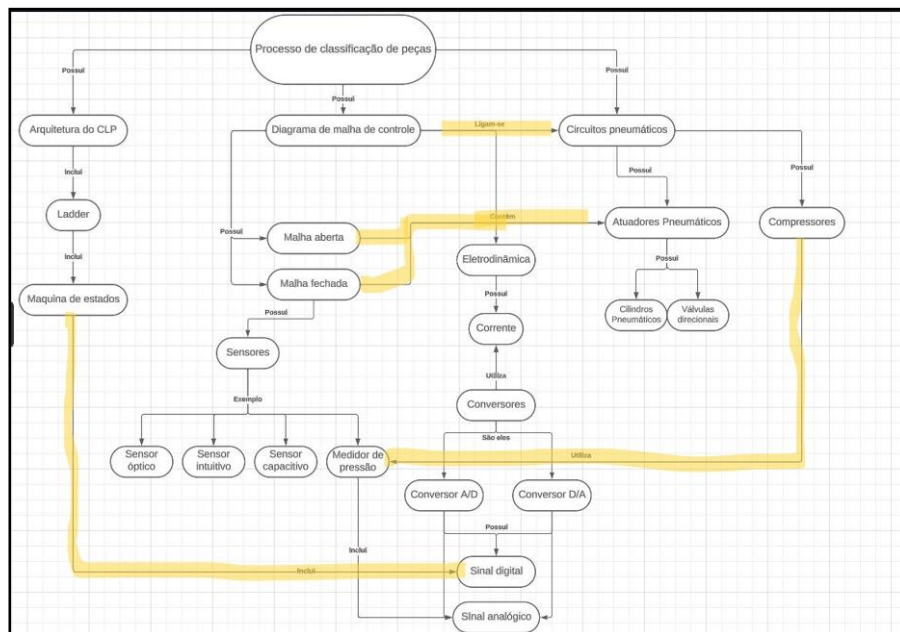
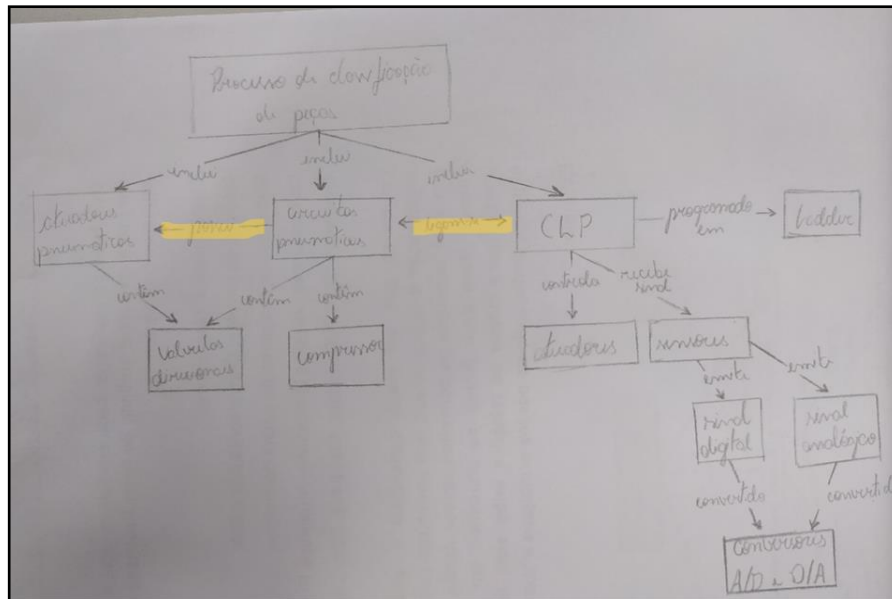
Figura 5 - Comparação dos Mapas Conceituais Estudante 2.



Fonte: Estudante 2 (2023).

No terceiro caso analisado, conforme a Figura 6, um estudante que já havia demonstrado competência na elaboração de ligações cruzadas na atividade de sondagem apresentou um aumento notável nesta habilidade na atividade final, ilustrando um processo efetivo de reconciliações integrativas (MOREIRA, 2013). Este exemplo reforça a eficiência da metodologia aplicada na pesquisa.

Figura 6 - Comparação dos Mapas Conceituais Estudante 3.



Fonte: Estudante 3 (2023).

A análise dos estudantes 1, 2 e 3 retratam o que foi apresentado nos Gráficos 1 e 2, indicando que a metodologia utilizada foi eficaz em promover a aprendizagem significativa entre os estudantes. A análise dos MCs baseada no Quadro 1, inspirado na abordagem de Novak e Gowin (1984), revelou uma evolução positiva em vários critérios, especialmente nas ligações cruzadas, que aumentaram significativamente, demonstrando um melhor entendimento interdisciplinar por meio das reconciliações integrativas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou responder como a sala de aula invertida pode fomentar uma aprendizagem significativa por meio da interdisciplinaridade no Curso Técnico De Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio.

A AS foi a base teórica para validar a pesquisa, em especial, a propriedade da reconciliação integrativa, identificando o progresso dos estudantes nestas áreas. A técnica dos mapas conceituais foi destacada como ferramenta para identificar indícios de AS, juntamente ao seu uso como instrumento de avaliação.

Em relação aos procedimentos metodológicos, os conceitos foram aplicados em atividades práticas na bancada didática seletora de peças presente no laboratório. A abordagem da aula invertida foi adotada, permitindo que os estudantes estudassem a teoria em casa pelo AVA, enquanto o tempo de aula era dedicado à prática interdisciplinar. Além disso, instrumentos de coleta de dados foram desenvolvidos, sendo destacadas as atividades em que os estudantes elaboravam os mapas conceituais (no início e no fim da prática).

Diante dos resultados apresentados na análise dos mapas, pode-se constatar um resultado positivo, sendo este indicado principalmente pelo aumento de 32,56% no critério de ligações cruzadas nos mapas conceituais construídos pelos estudantes após a aplicação da sequência didática, sinalizando reconciliações integrativas mais profundas na estrutura cognitiva do estudante e representando a sua habilidade de relacionar conceitos de diferentes áreas.

É possível afirmar que o objetivo da pesquisa foi alcançado com sucesso, mostrando indícios de que os mapas conceituais podem ser utilizados para verificação de aprendizagem significativa em atividades interdisciplinares, particularmente no Curso Técnico em Automação Industrial Integrado ao Ensino Médio.

Entre os fatores que influenciaram para essa contribuição positiva, pode-se destacar: a construção de uma sequência didática interdisciplinar baseada nos documentos norteadores do curso e manuais dos componentes do laboratório; a comunicação constante com os colegas docentes; o planejamento prévio adequado das atividades realizadas; a utilização de um AVA já

conhecido pelos estudantes e de fácil navegação; e a disponibilização de um conteúdo para estudo prévio de curta duração bem como sua revisão ao início do momento presencial.

Sugere-se, como melhoria para trabalhos futuros, a realização de uma divisão em grupos diferentes, incluindo um grupo de controle e um grupo de teste, para que a sequência didática possa ser aplicada e os resultados da avaliação dos mapas possam ser comparados. Além disso, a análise dos mapas poderia ser conduzida por outros profissionais, e um tempo maior para que os estudantes construam os mapas seria benéfico.

Encerra-se estas considerações com a esperança de que os resultados obtidos possam contribuir para a maior utilização de atividades práticas interdisciplinares em diversos ambientes educacionais do país.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. O.; MOREIRA, M. A. Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 30, n. 4, p. 4403, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-47442008000400009>>. Acesso em: 05 jan. 2024.

ANDRADE, A. A. de *et al.* Elaboração de Bancadas Didáticas para Automação Industrial Baseadas em CLPs e Freios de Foucault. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 35, n. 2, 2016. Disponível em: <<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/343>>. Acesso em: 05 jan. 2024.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de Aula Invertida**: Uma metodologia ativa na aprendizagem. (A.C. Serra, trad.) Rio de Janeiro: LTC, 2012.

BISHOP, J.; MATTHEW, A.V. **The flipped classroom**: A survey of the research. 2013 ASEE Annual Conference & Exposition. 2013. Disponível em: <<https://peer.asee.org/the-flipped-classroom-a-survey-of-the-research>>. Acesso em: 05 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2024.

CORREIA, P. R. M.; SILVA, A. C.; ROMANO JUNIOR, J. G. Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, p. 4402-1-4402-8, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/rvxvxkJd9wC49BkvyT5p5yw/abstract/?lang=pt#>> Acesso em: 05 abr. 2024.

DAMIANI, M. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013. Disponível em: <<https://revistas.ufpel.edu.br/index.php/educacao/article/view/4177>> Acesso em: 05 abr. 2024.

DOMINGUES, I.; Multi, Inter e Transdisciplinaridade—onde estamos e para onde vamos?. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 11-26, 2012. Disponível em:

<<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/6858>> Acesso em: 05 abr. 2024.

EXSTO TECNOLOGIA LTDA. **XC248 – KIT Manipulador de Peças**. Versão inicial por Lucas Vicente Carvalho. Santa Rita do Sapucaí: Exsto Tecnologia Ltda, 2017.

FORTES, C. C.; Interdisciplinaridade: origem, conceito e valor. **Revista acadêmica Senac on-line**. 6 ed. setembro-novembro, 2009. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2p9shmhu>> Acesso em: 05 abr. 2024.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações. **Educação e Pesquisa**, v. 36, p. 795-810, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ep/a/5Q5stzsGrmDgvnBNcQgZjqx/?format=pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2024.

GOLDMAN, L. **Dialética e cultura**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GOOGLE. **Introdução ao Google Sala de Aula**. Google Sala de Aula Ajuda. Disponível em: <<https://support.google.com/edu/classroom/answer/6020279?hl=pt-BR>>. Acesso em: 19 nov. de 2023.

HARVARD KENNEDY SCHOOL, **Flipping Kit**. 2022. Disponível em: <<https://projects.iq.harvard.edu/flippingkit>>. Acesso em: 01 ago. 2022.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa – A Teoria de David Ausubel**. São Paulo. Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A.; **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: UnB, 1999.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, v. 41, p. 1-14, 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> Acesso em: 05 abr. 2024.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Revista cultural La Laguna Espanha, 2012b. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>> Acesso em: 05 abr. 2024.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira.pdf> Acesso em: 05 abr. 2024.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. Cambridge University press, 1984.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **The theory underlying concept maps and how to construct and use them.** 2008. Disponível em:

<<https://cmap.ihmc.us/publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMapshq.pdf>>

Acesso em: 05 abr. 2024.

OLIVEIRA, V. F. *et al.* Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 32, n. 3, 2013. Disponível em:

<<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/viewFile/235/161>> Acesso em: 05 abr. 2024.

PEÑA, A. O. *et al.* **Mapas conceituais:** uma técnica para aprender. São Paulo: Loyola, 2005.

SANTOS, F. P.; NUNES, C. M. F.; VIANA, M. D. C. V.;. A busca de um currículo interdisciplinar e contextualizado para ensino técnico integrado ao médio. **Bolema: Boletim de Educação**

Matemática v.31, p.517-536, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a25>> Acesso em: 05 abr. 2024.

SILVA, S. S.; DOS SANTOS JUNIOR, A. C. P. Google Sala de Aula como Ambiente Virtual de Aprendizagem no Ensino Superior Híbrido: Uma Revisão da Literatura. **EaD em Foco**, 2019; 9(1):

e769. Disponível em: <<https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/769>>.

Acesso em: 05 abr. 2024.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações. **Educação e Pesquisa**, v. 36, p. 795-810, 2010. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/ep/a/5Q5stzsGrmDgvnBNcQgZjqx/?format=pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2024.

TEACHTHOUGHT, **The definition of the flipped classroom.** 2022 Disponível em:

<<https://www.teachthought.com/learning/definition-flipped-classroom/>>. Acesso em: 01 ago. 2022.