

PROMOVENDO A INDÚSTRIA 4.0: RECURSOS E PROCESSOS DE MEDIAÇÃO DESENVOLVIDOS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4160

Fernando Covolan Rosito - fernando.rosito@farroupilha.ifrs.edu.br
IFRS

Eliana Maria do Sacramento Soares - emsoares@ucs.br
Universidade de Caxias do Sul

Carine Geltrudes Webber - cgwebber@ucs.br
Universidade de Caxias do Sul

Resumo: *O presente trabalho tem como objetivo apresentar e examinar o desenvolvimento de uma oficina no contexto da construção de uma tese de Doutorado em Educação. A oficina foi direcionada na aprendizagem de programação de CLP pela linguagem Ladder associada à tecnologia de simulação em 3D, a partir da educação mediada por tecnologia, para alunos em Engenharia de Controle e Automação. Para a construção e o desenvolvimento da oficina foram consideradas as demandas da indústria 4.0, os processos de mediação relacionados à Vygotsky e à Papert, entre outros elementos teóricos. Também, foi realizada a análise dos dados tendo em vista as dinâmicas de interação social e atividades mediadas por meio dos recursos informáticos na oficina baseadas nas ideias de Vygotsky e Papert. Como resultado das análises foi constatado que as ações praticadas na oficina foram importantes para que os estudantes pudessem desenvolver os códigos na linguagem Ladder e telas IHM para o monitoramento e controle do processo em ambiente 3D. Também revelaram que as dinâmicas de interação e de mediação desenvolvidas na oficina, utilizando softwares como laboratórios virtuais de aprendizagem, possibilitaram aos alunos desenvolverem um protagonismo em relação ao processo de aprendizagem com aspectos relacionados ao espírito colaborativo e com autoconhecimento. Por fim, foi possível verificar na análise a satisfação e o engajamento dos estudantes sobre as interações nas atividades síncronas, além da percepção de conseguirem desenvolver aspectos relativos ao pensamento computacional e as atribuições do engenheiro no processo de aprendizagem em programação de CLP.*

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



COBENGE

2023

51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

Palavras-chave: mediação, indústria 4.0, formação do engenheiro.

Realização:



Organização:



PROMOVENDO A INDÚSTRIA 4.0: RECURSOS E PROCESSOS DESENVOLVIDOS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

1 INTRODUÇÃO

A história da revolução industrial revela diversas mudanças importantes que afetaram a sociedade tanto na área profissional quanto na área educacional. As tecnologias relacionadas à quarta revolução industrial, também conhecida como indústria 4.0, estão implementadas nos dispositivos que a sociedade utiliza no dia a dia, como: smartphones, tablets, notebooks, etc. Na indústria, essas tecnologias estão presentes nos sistemas industriais incorporando e integrando ferramentas digitais ao ambiente de trabalho. A indústria 4.0 relaciona maior conectividade das máquinas e processos de produção em tempo real, viabilizando o gerenciamento automático de um grande fluxo de informações entre diversos segmentos, envolvendo tecnologias de simulação, análise de *big data*, internet das coisas, etc. Essas tecnologias emergentes impactam no desenvolvimento humano, exigindo habilidades e competências para o entendimento de novos recursos, como: comunicação, criatividade, inovação, processos decisórios, habilidades analíticas, liderança e conhecimento técnico (SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2019). No cenário industrial brasileiro, as máquinas e os equipamentos representam, predominantemente, a indústria 2.0 e 3.0, por meio da utilização de controladores lógicos programáveis (CLPs), sensores, atuadores e o uso de outros dispositivos com tecnologias oriundas em épocas passadas (anteriores a década de 2011). No entanto, no contexto acadêmico dos cursos de engenharia, diante das demandas da indústria 4.0, muitas vezes os ambientes de aprendizagem carecem dos equipamentos e de infraestrutura para uma renovação na área da educação, tornando as práticas educacionais ultrapassadas. Dessa forma, parece haver uma lacuna entre as tendências da indústria 4.0 e o que as escolas estão abordando, o que mostra que as instituições de ensino devem enfrentar alguns desafios para promover uma educação de qualidade e alinhada com as realidades científicas e sociais.

Cabe ressaltar que o conceito da educação 4.0 surge como reflexo da quarta revolução industrial, baseando-se na utilização de tecnologias emergentes para promover um processo de ensino e aprendizagem construído em conceitos de colaboração, criação, pesquisa e compartilhamento. O professor, envolto de informações acessíveis pelas tecnologias da informação e comunicação (TICs), precisa despertar no aluno diversas habilidades para que ele (o estudante) consiga construir o conhecimento pela sua experiência e interação com os recursos tecnológicos. As práticas pedagógicas, com o uso de recursos tecnológicos variados e apoiados em um ambiente baseado em experimentação, devem possibilitar vivências significativas ao aluno, tornando-o o centro do processo de ensino-aprendizagem. Nesse processo de ensino horizontal, o professor deixa de ser o detentor do saber e torna-se um colaborador/mediador da aprendizagem discente, onde o aluno é o protagonista, capaz de entender e utilizar as tecnologias disruptivas de forma crítica, criativa e inovadora, regulando o seu aprendizado (ELOY, 2020).

Nesse sentido, o presente trabalho, que é um recorte da tese de Doutorado em Educação intitulada "Dinâmicas pedagógicas na Engenharia de Controle e Automação no contexto da indústria 4.0"¹, objetivou apresentar e examinar o desenvolvimento de uma

¹ Link da tese: <https://repositorio.uces.br/xmlui/handle/11338/11770>

oficina desenvolvida a distância para alunos em Engenharia de Controle e Automação, em que foram consideradas as demandas da indústria 4.0, entre outros elementos teóricos. A oficina foi direcionada na aprendizagem de programação de CLP pela linguagem Ladder associada à tecnologia de simulação em 3D, a partir da educação mediada por tecnologia. Posteriormente, foi realizada a análise dos depoimentos dos alunos sobre os seus processos de aprendizagem e sobre os processos de mediação, baseados nas ideias de Vygotsky e Papert, ocorridos na oficina.

2 ELABORAÇÃO DA OFICINA

A oficina foi elaborada considerando o processo de transposição informática, em que foram desenvolvidas práticas de aprendizagem que proporcionassem modificações do saber a ser ensinado com auxílio da mediação pelo computador. Tal oficina foi planejada levando em consideração as recomendações relacionadas à atuação do engenheiro, às características do pensamento computacional (PC), e às teorias de desenvolvimento e aprendizagem de Vygotsky (1991) (mediação do professor) e de Papert (1985, 2008) (mediação por meio de recursos informáticos). A transposição informática foi o meio pelo qual tais conceitos foram transpostos para a oficina, remetendo ao conceito de Balacheff (1991) sobre o processo de uma transposição didática com recursos da informática.

A oficina contemplou alunos da Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Farroupilha. Essa ocorreu no final de 2021, na modalidade a distância via plataformas digitais, devido a pandemia da COVID-19. Os temas desenvolvidos foram relacionados a solucionar problemas na área da automação por intermédio da programação de CLP pela linguagem Ladder para sistemas automatizados com a utilização de simulação em 3D (recurso tecnológico da indústria 4.0). A turma da oficina foi formada por oito alunos, sendo referenciados nesse artigo por letras de A a H, preservando suas identidades.

No desenvolvimento da oficina foram utilizados softwares para geração de ambiente virtuais e de simulações, além de arquivos digitais com o conteúdo estudado nas aulas, entre outras possibilidades a fim de que os estudantes compreendessem os conceitos e processos em estudo, tendo como um dos objetivos promover a educação mediada por tecnologias.

3 AMBIENTES DE APRENDIZAGEM DA OFICINA

A oficina foi organizada e ministrada pelo autor da tese com a intencionalidade de desencadear processos de aprendizagem baseados na construção do conhecimento. Dessa maneira, por meio das observações sobre os alunos e de seus engajamentos nas atividades, pode incentivar os estudantes de modo que eles conseguissem dar sentido ao que estavam fazendo com auxílio dos recursos computacionais, despertando processos de internalização. Cabe destacar que a internalização trata de um processo de reconstrução interna, fundamental para o processo de desenvolvimento de funções psicológicas superiores (FPS). A transformação da atividade mediada por signos e instrumentos proporciona o desencadeamento das FPS (VYGOTSKY, 1991). Por esse fato, a utilização de instrumentos como softwares e signos (linguagem, fala, entre outros) foram usufruídos durante a oficina com o objetivo de promover mais oportunidades de interação e comunicação entre os integrantes, possibilitando o processo de internalização.

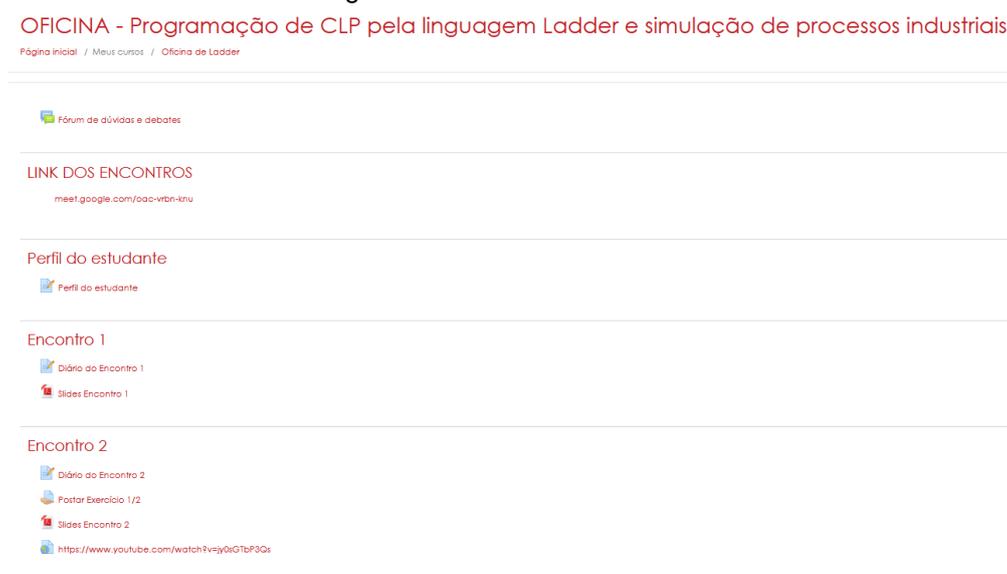
A partir das pesquisas realizadas sobre o panorama da linguagem Ladder nos processos automatizados, das tecnologias da indústria 4.0 no contexto da educação em

engenharia, dos conceitos sobre o PC e da transposição informática, além das ideias de mediação de Papert e Vygotsky, foi possível selecionar para a oficina os recursos informáticos e os ambientes para a interface com o usuário apropriados para a adaptação do saber a ser ensinado. No total foram utilizados quatro ambientes de aprendizagem, sendo eles a plataforma Moodle, a plataforma Google Meet e em dois softwares voltados para a aprendizagem de sistemas automatizados.

3.1 Moodle

O ambiente do Moodle foi utilizado como um espaço virtual, onde os alunos tiveram a possibilidade de acompanhar e praticar as atividades da oficina via internet de modo assíncrono. Tal ambiente está ilustrado na Figura 1, a qual mostra a tela principal da oficina até o encontro 2. Ao final de cada encontro o professor postava a aula formalizada naquele dia, juntamente com algum material que emergia durante as conversas. Apesar de ter um planejamento para cada aula, o docente fez ajustes, visto que nem sempre concluiu todas as atividades da aula devido ao ritmo da turma e das interações que ocorriam. Sendo assim, os materiais didáticos do encontro foram postados após o término da aula. Posteriormente, o docente reorganizava o conteúdo, as atividades e os slides do encontro seguinte, e utilizando essa nova reestruturação como guia para a próxima aula.

Figura 1 – Ambiente do Moodle

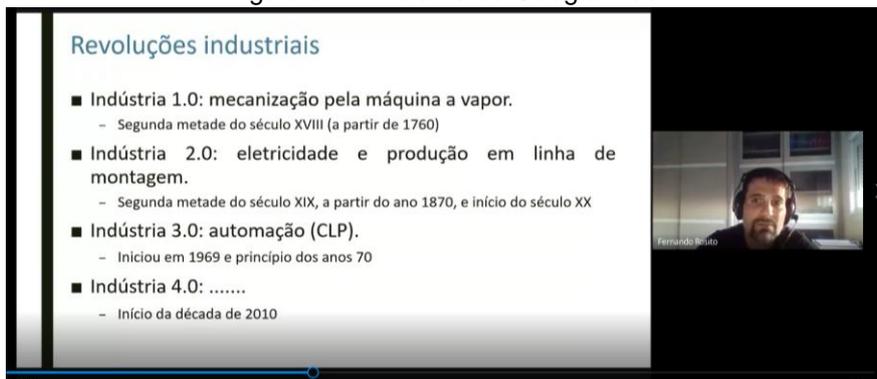


Fonte: Elaborada pelo autor (2021) desenvolvida no ambiente Moodle.

3.2 Google Meet

O ambiente da plataforma de videoconferência do Google Meet foi utilizado para a realização dos encontros síncronos (on-line), como ilustra a Figura 2. A referida figura mostra o conteúdo de um slide contendo uma breve explicação das revoluções industriais e a imagem do professor. Os encontros foram gravados com a anuência dos participantes. O docente não disponibilizava os vídeos durante a oficina com receio de que eles parassem de participar dos encontros on-line para assistir os vídeos depois das aulas. Se isso acontecesse, a essência da oficina de promover a interação social entre os alunos e o professor iria se perder. No processo de aprendizagem proposto no estudo, o envolvimento com os participantes era fundamental para a construção do conhecimento pelo aluno. As aulas foram utilizadas para análise posterior do professor.

Figura 2 – Ambiente do Google Meet



Fonte: Videoconferência da oficina (2021).

3.3 Softwares de programação de CLP e de simulação de sistemas industriais

Os outros ambientes utilizados para o desenvolvimento das dinâmicas pedagógicas tiveram o foco na programação de CLP e na simulação de sistemas industriais, fazendo uso de softwares. Um deles, o CODESYS, tinha o recurso de programar em linguagem Ladder, criar ambiente de interface homem-máquina (IHM) e simular. A Figura 3 ilustra as telas desenvolvidas no software CODESYS, que mostra uma janela contendo a tela de IHM (lado esquerdo da Figura 3), e uma janela com a programação em Ladder (lado direito da Figura 3). O outro software, o Factory I/O, em comunicação com o CODESYS, tinha a propriedade de simular um processo industrial (similar ao real) em 3D (como ilustra a Figura 4).

Figura 3 – Ambiente de programação e simulação pela tela de IHM



Fonte: Elaborada pelo autor (2021) desenvolvida no software CODESYS.

Figura 4 – Ambiente de simulação em 3D



Fonte: Elaborada pelo autor (2021) desenvolvida no software Factory I/O.

4 ATIVIDADES E PRÁTICAS DE APRENDIZAGEM DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas na oficina foram propostas com o intuito de constituir dinâmicas pedagógicas sustentadas pelas intervenções do professor e pela exploração dos alunos, realizando, principalmente, atividades por meio da resolução de problemas, promovendo reflexões, troca de informações e interação entre os participantes. Tais atividades propostas nos encontros, sugerindo que os alunos usufríssem dos ambientes disponibilizados na oficina, dos materiais digitais, dos softwares de programação de CLP com IHM e do software de simulação em 3D, têm relação direta com o conceito do construcionismo de Papert, que faz menção a construção do aprendizado do estudante pela mediação do computador, utilizando-o como ferramenta e não como máquina de ensinar (PAPERT, 1985, 2008).

Para que o professor pudesse acompanhar o processo de aprendizagem dos participantes pela ótica deles e conseguisse construir as dinâmicas pedagógicas a cada encontro, uma das atividades foi a construção de um diário, no Moodle, escrito pelos alunos (individualmente), sobre os seus conhecimentos, sentimentos, experiências, perspectivas, dificuldades, entre outras informações que eles entendessem como significativas para os seus aprendizados. A partir dos relatos, o professor pode realizar as práticas mediadoras com potencial para mobilizá-los a construir novos saberes de forma autônoma.

Concomitantemente, ao longo dos encontros, o docente escreveu as suas observações sobre as produções e sobre os comportamentos dos participantes, refletindo também sobre o seu processo de mediação que, segundo as ideias de Vygotsky, é um processo importante para a interação social e o aprendizado do sujeito. A mediação docente é fundamental para ajudar a transformar o desenvolvimento cognitivo potencial em desenvolvimento real (VYGOTSKY, 1991). Um terceiro núcleo de atividades emergiu das produções codificadas dos alunos na forma de programas desenvolvidos ao longo das atividades propostas.

As práticas e estratégias foram criadas de maneira a colocar o estudante como protagonista do seu processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades de raciocínio lógico, entre outras relacionadas a atuação do engenheiro, a programação, resolução de problemas e a mediação com o computador. Segundo as ideias de Vygotsky, aliadas às de Papert o professor precisa atuar como mediador, incentivando e orientando seus estudantes por meio de recursos informáticos e interação social, a fim de que as ações por eles realizadas, possam ter potencial de desencadear movimentos de internalização, tornando-os autores de suas aprendizagens. Para esses autores, o educador precisa ser um mediador no sentido de facilitador do processo de ensino e aprendizagem, propondo atividades e tarefas significativas ao aprendiz em seu contexto social-histórico-cultural que instiguem o aluno a construir novos saberes. Como resultado, o discente desenvolve sua autonomia, criatividade e uma condição de sujeito ativo (DUARTE et al., 2019).

Todas as tarefas foram apresentadas e desenvolvidas durante os encontros síncronos. Desse modo, os participantes puderam interagir com o professor e com os outros alunos, trocando informações, num movimento de cocriação, ou seja, num ato de criação em conjunto. O movimento de construção com outrem foi um item importante durante o processo de ensino e aprendizagem, visto que remete ao sociointeracionismo de Vygotsky (1991).

5 DINÂMICAS DOS ENCONTROS

O professor mediou as atividades com o intuito de fazer com que os alunos refletissem e ressignificassem o que estava sendo desenvolvido nos programas, possibilitando que eles conseguissem, independentemente, reconfigurar os códigos de forma mais técnica e eficaz. Ele também provocou e questionou os estudantes com a pretensão de que eles pudessem despertar para uma atitude crítica, reflexiva, criativa, cooperativa e ética, de forma coerente ao que recomenda as características do perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia, segundo a Resolução CNE/CES nº 2/2019 (BRASIL, 2019).

Em relação às dinâmicas da oficina envolvendo os recursos tecnológicos como meio de aprendizagem, foram elaboradas práticas, recorrendo a exercícios, que foram desenvolvidas, inicialmente, com papel e caneta. Após a execução desses exercícios, esses foram programados em linguagem Ladder via software, evoluindo posteriormente com a inclusão de uma tela de IHM. Por fim, foram propostos exercícios mais complexos que envolvessem o software de simulação em 3D para a automação de sistemas. Essas dinâmicas ocorreram para que o aluno pudesse, no primeiro momento, desenvolver o raciocínio lógico e assimilar os conceitos básicos da programação para depois evoluir para a mediação com o software referente à indústria 4.0 (simulação em 3D), visto que possui mais complexidade no seu manuseio. Os exercícios iniciais envolveram apenas a construção de algoritmos a partir de uma pseudo linguagem (etapa mais elementar da programação), sem a produção do programa em Ladder. O intuito foi criar uma base sólida de conhecimentos de programação em linguagem Ladder para poder manipular o software de simulação em 3D com mais propriedade, uma vez que esse software possui muitas funcionalidades e nenhum aluno o conhecia.

Na oficina foram desenvolvidas vinte atividades por meio de exercícios, elaboradas de uma maneira sequencial e gradual em relação ao nível de dificuldade dos conceitos de programação em Ladder. À medida que a turma ia tendo mais facilidade com os problemas propostos, apropriando-se dos conceitos envolvidos, o professor ia dificultando os exercícios, no sentido de propor novos desafios, adicionando variados recursos de programação (mais botoeiras, sinalizadores, sensores, componentes dentro da tela de IHM, lógicas de programação, etc.). Pela comunicação dos softwares manipulados na oficina, os alunos conseguiam programar o CLP em linguagem Ladder para um sistema industrial no ambiente em 3D. Assim, era possível visualizar uma animação de ambientes industriais, verificando a programação realizada em Ladder. Essa atividade foi importante porque mostrou aos alunos um ambiente industrial próximo da realidade do engenheiro e, conforme a pesquisa de Mohtadi, Kim e Schlosser (2013), para motivar e encorajar a criatividade dos alunos, o professor precisa desenvolver desafios reais de engenharia. Esse processo também teve o objeto de desenvolver as habilidades técnicas, importantes para o engenheiro na indústria 4.0, promovendo à utilização de tecnologias e ao emprego específico destas no dia a dia empresarial (SESI, 2020). Logo, os ambientes de aprendizagem baseados em práticas colaborativas tiveram o intuito de desenvolver qualidades importantes para um engenheiro que será inserido em um contexto da indústria 4.0 como o desenvolvimento da inteligência intrapessoal e da inteligência interpessoal, além de possibilitar o desdobramento de competências funcionais, comportamentais e sociais dos estudantes.

6 ANÁLISE DO CORPUS A PARTIR DOS RELATOS DOS ALUNOS

Dentre as informações oriundas da oficina, neste trabalho foi analisada a repercussão dos alunos ao comentarem sobre o uso dos ambientes e dos softwares de programação e de simulação em 3D no processo de aprendizagem em programação de CLP. Sendo assim, o processo de análise foi centrado nos depoimentos dos alunos sobre as dinâmicas de interação social e atividades mediadas por meio dos recursos informáticos realizadas na oficina, baseadas nas ideias de Vygotsky e Papert, evidenciadas nos relatos dos alunos registrados em seus diários que eram escritos a cada encontro.

As dinâmicas propostas nos encontros da oficina, elaboradas pelo processo de transposição informática, propondo práticas de aprendizagem que possibilitassem modificações do saber a ser ensinado com auxílio da mediação pelo computador, provocaram nos alunos uma reação de destaque em seus relatos. Como exemplo cito o aluno F, que escreveu: “[...] realizamos a programação de exercícios e até simulamos o comando do programa através uma IHM virtual, bem dinâmica a aula hoje.” (encontro 4). O aluno C, além de relatar sobre a mediação pelo software, também descreveu a dinâmica da aula, evidenciando a interação com os participantes como processo de aprendizagem: “Neste encontro tivemos várias atividades para realizar utilizando o software de programação, durante a execução foram aparecendo as dificuldades, mas foi possível desenvolver todos os exercícios. Fomos trocando ideias durante a aula e se ajudando na execução.” (encontro 5). Esse evento exposto pelo aluno C condiz com a teoria de Vygotsky, uma vez que o professor influencia no processo de aprendizagem com sua postura mediadora e pela dinâmica desenvolvida em aula, criando materiais e ambientes propícios para que o aluno tenha condições de se desenvolver junto com os participantes e com os recursos informáticos. Os alunos, pela utilização de instrumentos (os computadores, softwares e materiais digitais), puderam aumentar os seus estímulos e as suas representações mentais superiores, resultando no desenvolvimento cognitivo dos mesmos.

O aluno C também expressou entusiasmo ao falar sobre a sua experiência com o software de simulação em 3D: “Podemos simular o ambiente 3D como se fosse uma industrial, inserindo máquinas e fazendo a programação das máquinas/processo [...]. Muito interessante a combinação dos dois softwares.” (encontro 8). Para complementar a sua empolgação sobre o processo de simulação, o aluno C escreve no encontro 9: “[...] no geral foi muito bom utilizar o software para simulação, muito didático, é uma maneira muito interessante de simular ambientes industriais.” (encontro 9).

O aluno D relatou a sua surpresa ao ver um exercício ser resolvido pela simulação de maneira diferente da qual ele tinha realizado: “[...] neste encontro foi apresentado uma solução [...] do qual me surpreendeu muito, pois elevou o meu conceito de ambiente simulação a um outro nível.” (encontro 8). O aluno F, com o seu dizer, agrega seu sentimento de satisfação ao poder simular um processo real da indústria pelo computador: “O desenvolvimento de cenário [...] é muito bom para o desenvolvimento da prática da automação, sem ter os equipamentos físicos, nos dá uma grande dimensão da aplicação na realidade.” (encontro 9). Pela a manipulação do software em 3D o aluno pode verificar as diversas possibilidades de cenários que ele poderia desenvolver e que se aproximam de um ambiente industrial real. O aluno H também opinou sobre o software de simulação: “Sobre o Software, eu achei eles muito bons, permitem que algum processo possa ser simulado no computador antes de ser implementado em uma fábrica.” (aluno H, relato final).

A utilização de simulador em 3D na oficina, que é um dos pilares da indústria 4.0, possibilitou novas formas de resolver os problemas da indústria, proporcionando uma visualização mais realista do funcionamento do sistema. Esse fato foi percebido pela narrativa do aluno D, que achou bastante fidedigna a simulação em 3D dos processos industriais, ajudando-o na criação de novos cenários pela inclusão e exclusão de elementos de automação. Esse evento estimula o aluno a explorar a sua imaginação.

No início desta oficina, já tinha em mente que iríamos trabalhar com a programação ladder e que teria uma restrição no aprendizado, uma vez que não teríamos máquinas e nem cenários físicos para testar as soluções desenvolvidas, sendo somente possível emular parte delas, porém com a aplicação do software [...], essa restrição foi eliminada, pelo menos em minha opinião. Pois com ele podemos simular cenários reais de uma empresa, tendo uma física aplicada a ele, e a partir dele criar soluções de automação, inserindo maquinários pelo próprio programa, e programando eles em ladder [...], o que realmente é muito intuitivo, em minha opinião é como tivéssemos em um laboratório fisicamente. (aluno D, encontro 8).

Uma vez que a oficina ocorreu na modalidade a distância via plataformas digitais, o professor teve algumas dúvidas referentes ao aprendizado dos estudantes, já que ele, até o momento, lecionava a programação de CLP de maneira presencial em contato com os equipamentos físicos, acreditando que manuseando os componentes seja possível ter uma boa visualização do processo a ser automatizado. No entanto, pelas revelações dos alunos em seus diários, o docente pode perceber que foi possível identificar uma satisfação deles em relação aos seus aprendizados com a simulação dos ambientes industriais e com a dinâmica aplicada na oficina. O aluno D expressa esse sentimento no relato a seguir:

Nunca pensei que seria tão fácil aprender de forma remota, algo que comumente é somente aprendido na prática. A construção do cenário proposto pelo professor neste encontro, aliado com a dinâmica de aula juntamente com o software utilizado, possibilitou que eu entendesse o funcionamento de alguns componentes, como: * diferença entre os sensores disponíveis, suas vantagens e desvantagens. Além disso, durante a montagem deste cenário, a cada peça colocada era gerado o questionamento de qual seria sua função dentro daquele cenário e como seria sua interação com os demais, sendo que cada dúvida e questionamento já era debatida na sala virtual, assim possibilitando um aprendizado rápido, dinâmico e intuitivo. (aluno D, encontro 9).

Os relatos também revelaram que os estudantes, ao resolverem os exercícios, foram mobilizados a serem autônomos, confirmando que os enunciados das atividades e a maneira que elas foram mediadas pelo computador tiveram impactos positivos na aprendizagem dos alunos, abrindo novos horizontes de pensamentos. As narrativas do aluno F, referente ao encontro 2, e do aluno C, sobre o encontro 3, ilustram essa mobilização de pensar sobre um problema de diversas formas.

O exercício realizado nos traz uma perspectiva muito ampla de como uma simples programação de um equipamento cotidiano tem infinitas possibilidades de melhoramento através dos algoritmos. Nos instiga a pensar em inúmeras soluções para um simples problema. (aluno F, encontro 2).

Foi bem interessante a aula de hoje, às vezes os exercícios simples fazem a gente pensar bastante e também confundem, porque queremos sempre tentar pelo mais difícil ao invés de tentar pelo mais simples primeiro. (aluno C, encontro 3).

Logo, as práticas didáticas mediatizadas pelo uso de recursos informáticos (instrumentos) ajudaram na organização e reorganização do pensamento e construção do conhecimento no processo de ensino e aprendizagem dos alunos (PSZYBYLSKI; MOTTA; KALINKE, 2020).

Em seu relato final o aluno B ressaltou o seu aprendizado pela mediação com os softwares e sinalizou ter atingido sua autonomia, o que revelou o seu nível de desenvolvimento real proposto por Vygotsky.

[...] A minha aprendizagem sobre os conteúdos da oficina, se deu muito bem, pois entrei sabendo muito pouco, pois nunca trabalhei e uma vez só na vida vi algo sobre Ladder e terminei a oficina sabendo o suficiente para continuar aprendendo por mim mesmo, elaborar mais algoritmos e tirar as minhas próprias conclusões. A importância da utilização do software no meu aprendizado, foi que podíamos ter uma visualização simulada do que elaborávamos [...]. Isso ajuda a localizar os problemas que tive ao descrever os algoritmos, bem como compará-lo com o contexto inteiro, e trabalhar na sua aprimoração para atender todas as situações do contexto. [...] (aluno B, relato final).

Essa percepção da manipulação dos recursos informáticos vai ao encontro da visão construcionista, que considera a ideia de que a pessoa consegue desenvolver esquemas mentais e novos saberes sobre o objeto de estudo ao manipular conceitos pela interação com o computador (PAPERT, 1985, 2008; SCHELLER; VIALI; LAHN, 2014). Esses relatos também inferem a correta escolha dos softwares para o uso didático, a qual engloba um dos procedimentos da transposição informática, visto que os alunos ficaram satisfeitos a sua utilização.

O fato de os estudantes conseguirem criar cenários de processos industriais reais pelo software de simulação em 3D pode ser respaldado pela teoria de Papert (1985, 2008), que sustenta a ideia de que a construção do conhecimento ocorre quando o aluno está envolvido em alguma situação que ele tenha interesse. Essa proximidade com a sua realidade ou com o local em que o aluno está inserido, desperta a sua motivação para aprender fazendo. Sob a ótica de Vygotsky, as TICs podem ser consideradas instrumentos de mediação entre o indivíduo e o objeto de estudo, ampliando suas possibilidades de interação, compreensão e transformação da realidade que os cerca, gerando novas formas de apropriação da informação e do conhecimento (ROZA, 2018).

No entanto, algumas dificuldades foram expostas pelos estudantes durante o aprendizado sobre o manuseio dos softwares como relato o aluno G: “[...] o software na minha opinião é um pouco complicado de se utilizar, portanto gasto um pouco de tempo para me localizar.” (encontro 4). Nesse contexto, a zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky é perceptível, uma vez que há uma necessidade de ajuda externa para que o estudante avançasse nos seus entendimentos sobre o conteúdo da aula. Porém, após algumas dinâmicas, em outro relato do próprio aluno G sobre o encontro 8, foi possível perceber que ele conseguiu superar as suas dificuldades em relação ao software, como segue: “Adorei o software [...], ele abre muitas possibilidades para uso e é muito bem

estável." (aluno G, encontro 8). No entanto, expressou no encontro 10 que não foi fácil utilizar o software de simulação em 3D: "Tive um pouco de dificuldade pra me adaptar a criação de cenas [...]" (aluno G, encontro 10). Esse progresso sugere que o aluno G atingiu o seu nível de desenvolvimento real referente às diversas funcionalidades da linguagem Ladder.

O aluno C demonstrou seu descontentamento ao montar processos industriais mais elaborados no software de simulação em 3D, no qual ele expressou:

Realizamos a montagem de uma esteira de realiza a seleção de caixas de papelão. Configuramos todos os dispositivos que foram inseridos no cenário. O único defeito é que demora um pouco para organizar os objetos, em um projeto grande demandará tempo de programação. (aluno C, encontro 9).

No entanto, essa observação do aluno C em relação à demora da programação também pode estar associada ao seu computador, pois além da adaptação de operacionalizar os softwares, outros entraves surgiram durante a oficina que dificultaram a sua mediação pelo recurso informático, como segue: "A minha maior dificuldade está sendo o meu computador, como os softwares são pesados, o meu computador trava muito." (aluno C, encontro 10). Todavia, apesar dessa barreira, o aluno C participou ativamente e desenvolveu com satisfação os exercícios nos softwares, com segue o seu relato: "[...] o conteúdo é muito interessante, poder utilizar dois softwares se conversando entre si para controlar máquinas é muito legal." (aluno C, encontro 10).

Portanto, os dois softwares foram importantes para que o aprendizado ocorresse por meio da mediação pelos recursos informáticos, sendo necessário o desenvolvimento das teorias de Papert e de Vygotsky. Foi possível perceber o engajamento dos estudantes nas interações interpessoais e com os recursos informáticos e o desenvolvimento de alguma habilidade do PC, tais como comunicação, pensamento crítico e criatividade; como também o desenvolvimento da confiança e persistência para lidar com problemas complexos e a capacidade de trabalhar com outras pessoas para atingir uma solução em comum (BILBAO et al., 2016). O Google Meet foi o ambiente de sociointeração, no qual os alunos puderam aprender pela mediação do professor e dos alunos, como propõe a teoria de Vygotsky. Esse ambiente também proporcionou informações para o docente pudesse escrever suas observações para melhorar sua didática. O Moodle foi o ambiente onde os alunos escreveram em seus diários, e foi o espaço utilizado para que os participantes compartilhassem os materiais digitais desenvolvidos na oficina.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das atividades da oficina, foi possível verificar, pelos conteúdos textuais, que as dinâmicas desenvolvidas na oficina, além de fazer com que os alunos conseguissem desenvolver aspectos relativos ao PC e as atribuições do engenheiro no processo de aprendizagem em programação de CLP, também promoveram a interação social, relacionada ao sociointeracionismo de Vygotsky, e fomentaram o ensino por meio da mediação pelos recursos informáticos, embasada nas ideias de Papert.

As ações praticadas na oficina baseadas na programação de CLP e simulação de sistemas automatizados foram importantes para que os estudantes pudessem desenvolver os códigos na linguagem Ladder e telas IHM para o monitoramento e controle do processo em ambiente 3D. Eles, pela utilização dos ambientes de aprendizagem, dos materiais

digitais e dos softwares de programação e simulação, também conseguiram desenvolver as habilidades e competências importantes para entendimento das tecnologias que representam a indústria 4.0 e dos processos automatizados utilizados nas indústrias. Pela mediação dos ambientes e pelas tecnologias utilizadas na oficina os alunos puderam pensar de forma independente e construtiva, sendo agentes construtores de seus próprios conhecimentos por intermédio do computador, conforme o conceito do construcionismo de Papert.

Por meio das dinâmicas de interação e de mediação desenvolvidas na oficina, utilizando softwares como laboratórios virtuais de aprendizagem, os alunos puderam desenvolver a si mesmas como sujeitos, com espírito colaborativo e com autoconhecimento. As dinâmicas também revelaram o protagonismo dos alunos na construção do conhecimento, como cidadãos ativos e com percepções reflexivas, desenvolvendo pensamentos independentes, criativos e outras características importantes para a formação do sujeito emancipador. Foi possível verificar na análise a satisfação e o engajamento dos estudantes sobre as interações nas atividades síncronas, realizando as atividades com a mediação da tecnologia.

REFERÊNCIAS

BALACHEFF, Nicolas. Contribution de la didactique et de l'épistémologie aux recherches en EIAO. In: **Actes des 13ème journées francophones sur l'informatique, formation intelligemment assistée par ordinateur**, Genève, 1991, p. 9-38.

BILBAO Javier et al. Skills, attitudes and concepts of the Computational Thinking. **Economics and Education**, v. 23, p. 82-87, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CES nº2/2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 abril 2019. Edição 80, Seção 1, p. 43 e 44.

DUARTE Andréa Ellen da Ponte et al. Vygotsky: suas contribuições no campo educacional. In: VI CONEDU, 2019, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2019.

ELOY, Adelmo. Integrando a programação de computadores na Educação Básica como vetor para a Educação 4.0. In: BURD, Oscar (Org.). **Educação 4.0: reflexões, práticas e potenciais caminhos**. [S.l.]: Positivo, 2020, p. 227-266.

MOHTADI, Coorous; KIM, Mischa. SCHLOSSER, Joachim. Why integrate computational thinking into a 21 st century engineering curriculum? In: 41st SEFI CONFERENCE, 2013, Leuven. **Anais eletrônicos.**, Leuven: SEFI, 2013.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PAPERT, Seymour. **LOGO: computadores e educação**. Tradução de José Armando Valente, Beatriz Bitelman e Afira Vianna Ripper. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

ROZA, R. H. TICs na aprendizagem sob a perspectiva sociointeracionista. **Revista on Line de Política e Gestão Educacional**, v. 22, n. 2 p. 498–506, maio/ago. 2018.

SCHELLER, M.; VIALI, L.; LAHN, R. A. A aprendizagem no contexto das tecnologias: uma reflexão para os dias atuais. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v.12 n. 2, dez. 2014.

SESI. Departamento Regional do Paraná. **Skills 4.0**: habilidades para a indústria. Curitiba: Sesi/PR, 2020.

SILVA, V. L. D.; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Competências bases para o trabalho humano na Indústria 4.0. **Revista FOCO**, v. 12, n. 2, p. 112-129, jun. 2019.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A Formação Social da Mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

PROMOTING INDUSTRY 4.0: RESOURCES AND MEDIATION PROCESSES DEVELOPED IN ENGINEER TRAINING

Abstract: *The present study aims to present and examine the development of a workshop in the context of the construction of a Doctoral thesis in Education. The workshop was aimed at learning PLC programming using the Ladder language associated with 3D simulation technology, based on technology-mediated education, for students in Control and Automation Engineering. For the construction and development of the workshop, the demands of industry 4.0, the mediation processes related to Vygotsky and Papert, among other theoretical elements, were considered. Also, data analysis was carried out in view of the dynamics of social interaction and activities mediated through computer resources in the workshop based on the ideas of Vygotsky and Papert. As a result of the analysis, it was found that the actions performed in the workshop were important for students to be able to develop codes in the Ladder language and HMI screens for monitoring and controlling the process in a 3D environment. They also revealed that the dynamics of interaction and mediation developed in the workshop, using software such as virtual learning laboratories, enabled students to develop a protagonism in relation to the learning process with aspects related to the collaborative spirit and self-knowledge. Finally, it was possible to verify in the analysis the satisfaction and engagement of students regarding interactions in synchronous activities, in addition to the perception of being able to develop aspects related to computational thinking and the attributions of the engineer in the learning process in PLC programming.*

Keywords: *mediation, industry 4.0, engineer training.*