



Revista
Educar Mais

Sequência Didática para Potencializar Aprendizagens em Controle de Processos: Um Relato de Experiência no Curso Técnico em Automação Industrial

Didactic Sequence to Enhance Learning in Process Control: An Experience Report in the Technical Course in Industrial Automation

Secuencia Didáctica para Potenciar el Aprendizaje en Control de Procesos: Un Relato de Experiencia en el Curso Técnico en Automatización Industrial

• Ricardo Prediger¹  • Fernando Augusto Treptow Brod²  •
Maria Isabel Giusti Moreira³ 

RESUMO

Este artigo apresenta um relato de experiência sobre a elaboração e aplicação de uma sequência didática voltada ao ensino de Controladores PID na disciplina de Controle de Processos do Curso Técnico em Automação Industrial. A proposta, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e nas metodologias ativas, utiliza o software SciLab® como ferramenta de simulação para promover aprendizagens significativas. A sequência foi estruturada como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), explorando situações do cotidiano dos estudantes, como o controle de velocidade de automóveis, para estabelecer conexões com os conceitos técnicos. A análise qualitativa dos dados, coletados por meio de observações, produções dos alunos e questionários, indicou indícios de motivação, engajamento e aprendizagem. Os resultados apontam a eficácia da abordagem no ensino técnico e sugerem o potencial da proposta para ser replicada e aprimorada em outros contextos educacionais.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; Ensino técnico; Simulação computacional; SciLab; Controladores PID.

ABSTRACT

This article presents an experience report on the design and implementation of a didactic sequence aimed at teaching PID controllers in the Process Control course of the Technical Program in Industrial Automation. The proposal, grounded in Ausubel's Theory of Meaningful Learning and active methodologies, uses the SciLab® software as a simulation tool to foster meaningful learning. The sequence was structured as a Potentially Meaningful Teaching Unit (UEPS), exploring students' everyday situations, such as automotive speed control, to build connections with technical concepts. Qualitative data, collected through observations, student productions, and questionnaires, indicated signs of motivation, engagement, and learning. The results suggest the effectiveness of the approach in technical education and its potential for replication and enhancement in other educational settings.

Keywords: *Meaningful learning; Technical education; Computer simulation; SciLab; PID controllers.*

¹ Mestre em Ciências e Tecnologias na Educação pelo Instituto Federal Sul-rio-grandense – Câmpus Pelotas – Visconde da Graça e Docente no IFSul Camaquã. E-mail: ricardoprediger@gmail.com

² Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande e Docente do Instituto Federal Sul-rio-grandense – Câmpus Pelotas – Visconde da Graça, Pelotas/RS – Brasil. E-mail: fernandobrod@ifsul.edu.br

³ Doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Docente do Instituto Federal Sul-rio-grandense – Câmpus Pelotas – Visconde da Graça, Pelotas/RS – Brasil. E-mail: mariamoreira@ifsul.edu.br

RESUMEN

Este artículo presenta un informe de experiencia sobre la elaboración y aplicación de una secuencia didáctica orientada a la enseñanza de controladores PID en la asignatura de Control de Procesos del Curso Técnico en Automatización Industrial. La propuesta, basada en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y en metodologías activas, utiliza el software SciLab® como herramienta de simulación para promover aprendizajes significativos. La secuencia se estructuró como una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS), explorando situaciones cotidianas de los estudiantes, como el control de velocidad de automóviles, para establecer conexiones con conceptos técnicos. Los datos cualitativos, recolectados mediante observaciones, producciones de los alumnos y cuestionarios, indicaron signos de motivación, compromiso y aprendizaje. Los resultados sugieren la eficacia del enfoque en la enseñanza técnica y su potencial de replicación y mejora en otros contextos educativos.

Palabras clave: *Aprendizaje significativo; Enseñanza técnica; Simulación computacional; SciLab; Controladores PID.*

1. INTRODUÇÃO

O ensino de disciplinas técnicas, como aquelas pertencentes à área de automação industrial, demanda fortemente a realização de atividades práticas para a consolidação do aprendizado. De acordo com Breganon et al. (2021), essas atividades são fundamentais para cursos técnicos e de engenharia, pois permitem aos estudantes observarem, experimentarem, analisarem e aplicarem conceitos em situações reais ou simuladas. No entanto, a limitação de infraestrutura nos laboratórios das instituições de ensino técnico representa um obstáculo frequente, impactando diretamente a qualidade do processo de ensino e de aprendizagem.

Essa problemática é particularmente evidente na disciplina de Controle de Processos Industriais, ofertada no Curso Técnico em Automação Industrial do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFRS) – Câmpus Camaquã. Nessa disciplina, os alunos são introduzidos aos princípios da teoria de controle e aos tipos de controle mais utilizados na indústria. Embora o conteúdo possua forte base teórica, o caráter técnico do curso exige que os conceitos sejam vivenciados na prática. Contudo, com turmas superiores a 20 estudantes e apenas duas bancadas disponíveis para experimentação, torna-se inviável garantir a participação ativa de todos os alunos nas atividades práticas.

A escassez de equipamentos, aliada à limitação de horários de uso dos laboratórios, afeta especialmente os estudantes que residem em regiões distantes do câmpus ou que enfrentam dificuldades para frequentar o contraturno. Esse cenário reforça a necessidade de buscar alternativas pedagógicas que proporcionem experiências práticas mais acessíveis, flexíveis e eficazes, sem depender exclusivamente da estrutura física da instituição.

Nesse contexto, as simulações computacionais emergem como uma alternativa promissora. Smetana (2012) aponta que, quando bem utilizadas, simulações podem ser tão eficazes quanto práticas tradicionais, contribuindo significativamente para o desenvolvimento do raciocínio científico, de habilidades operacionais e para a compreensão de conceitos abstratos. Inicialmente, foi considerada a utilização do software Factory I/O®, amplamente reconhecido na área de automação. No entanto, por se tratar de uma ferramenta paga e de difícil acesso fora do ambiente institucional, optou-se por buscar uma solução mais acessível.

Foi nesse cenário que o SciLab® se destacou como uma alternativa viável. Trata-se de um software gratuito de computação numérica, similar ao Matlab®, que permite a execução de simulações

dinâmicas com boa interface e usabilidade. Segundo Campbell et al. (2006) e UFRGS (s.d.), o SciLab® é de fácil instalação e oferece recursos adequados para o ensino de controle de processos. Sua utilização permite que os alunos realizem experimentos em seus próprios computadores, promovendo maior autonomia e ampliando o tempo de exposição prática ao conteúdo.

Para tornar as simulações mais significativas, buscou-se relacioná-las com situações do cotidiano dos estudantes. Inspirado na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (1963), foi adotado o exemplo do controle de velocidade de um automóvel, temática familiar à maioria dos alunos. Essa estratégia pedagógica visa estabelecer ancoragens cognitivas entre o conhecimento prévio dos estudantes e os novos conteúdos, tornando o aprendizado mais contextualizado e relevante. Como destaca Sales (2011), os automóveis são frequentemente utilizados em livros didáticos de Física e Matemática por sua familiaridade e aplicabilidade conceitual.

A partir disso, elaborou-se uma sequência didática estruturada como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com foco na simulação do controle PID da velocidade de um automóvel em trajeto montanhoso. Os alunos puderam interagir com os parâmetros do controlador e observar os efeitos de suas decisões, promovendo uma aprendizagem mais ativa e reflexiva. Assim, mesmo antes do contato formal com a teoria de Ausubel, já se buscava, empiricamente, conectar os novos saberes ao repertório prévio dos estudantes, tornando o ensino mais concreto e efetivo.

Diante desse panorama, este estudo teve como objetivo geral elaborar e validar uma sequência didática que utilize o SciLab® como ferramenta de simulação no ensino de Controle de Processos Industriais, com vistas à promoção de aprendizagens significativas no Curso Técnico em Automação Industrial. Entre os objetivos específicos, destacam-se o aprimoramento do simulador conforme os princípios da TAS, o desenvolvimento e aplicação da UEPS, e a avaliação da percepção dos estudantes quanto às suas aprendizagens com o uso da simulação computacional.

2. FUNDAMENTOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel em 1963 e reafirmada em 2000, constitui um dos principais referenciais teóricos utilizados no campo da educação para explicar como ocorre a assimilação efetiva de novos conhecimentos. No Brasil, essa teoria foi amplamente difundida e aprofundada pelas contribuições de Marco Antônio Moreira, cujos livros e artigos se tornaram referência entre educadores. Segundo Moreira (2011, p. 13), aprendizagem significativa ocorre quando “ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”, sendo que essa interação deve acontecer com conhecimentos relevantes já presentes na estrutura cognitiva do aluno.

A partir desse entendimento, o ponto central da teoria é que a aprendizagem significativa acontece quando o novo conteúdo se conecta de forma lógica (não arbitrária) e interpretativa (não literal) ao conhecimento prévio do estudante. A aprendizagem não literal permite que o aluno reformule os conceitos com suas próprias palavras, enquanto a aprendizagem não arbitrária implica que essa conexão deve ocorrer com conteúdos já compreendidos e relevantes para o aluno, e não de forma aleatória.

É fundamental compreender que os materiais didáticos não são, por si só, intrinsecamente significativos. Como destaca Moreira (2010), “não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo”, pois o significado está nas pessoas, não nos materiais. Isso implica que

o material educativo é apenas potencialmente significativo, dependendo sempre da estrutura cognitiva do aluno e da sua capacidade de estabelecer conexões com os conhecimentos prévios que possui.

Entre os diversos elementos que influenciam a aprendizagem, Ausubel (1963) e Moreira (2010) apontam o conhecimento prévio como o fator mais relevante. A valorização desse conhecimento é indispensável para que o novo conteúdo seja compreendido e assimilado de maneira significativa. No presente trabalho, essa concepção foi aplicada por meio do uso do exemplo do funcionamento de um automóvel como ponto de partida para abordar os conceitos relacionados ao controle PID. Por se tratar de um tema próximo à realidade dos estudantes, o exemplo funciona como uma ponte cognitiva entre o conhecido e o novo.

No entanto, quando o aluno não possui o conhecimento prévio necessário para que esse processo de ancoragem ocorra, a Teoria da Aprendizagem Significativa propõe o uso de organizadores prévios. De acordo com Moreira (2012), esses organizadores são recursos introdutórios, oferecidos antes da apresentação do conteúdo principal, com o objetivo de preparar cognitivamente o aprendiz. Eles podem se manifestar em diferentes formas — como textos, vídeos, imagens, debates ou atividades práticas — e devem estar conectados a algum conhecimento que o aluno já possui.

No contexto da disciplina de Controle de Processos Industriais, o conhecimento superficial dos estudantes sobre o funcionamento de veículos — como a ação do motor e dos freios — pode ser aprofundado com o uso de organizadores prévios, como vídeos explicativos e simulações, que explicitem como a aceleração e desaceleração de um carro se relacionam com a ação de sistemas de controle. Essa abordagem facilita o entendimento das funções de um controlador PID ao conectar conceitos técnicos à vivência cotidiana do estudante.

Outro fator essencial para a ocorrência da aprendizagem significativa é a predisposição do aluno para aprender. Segundo Moreira (2010), mesmo que o material seja potencialmente significativo, se o aluno não estiver motivado, engajado e cognitivamente disponível, a aprendizagem não ocorrerá de forma efetiva. Essa predisposição depende, em grande parte, da percepção de utilidade e relevância do conteúdo por parte do estudante. Por isso, usar temas que dialogam com os interesses pessoais dos alunos, como automóveis, pode aumentar o engajamento e tornar o aprendizado mais prazeroso.

O organizador prévio, nesse sentido, assume uma dupla função: além de facilitar a ancoragem do novo conteúdo ao conhecimento prévio, ele também desperta o interesse e a curiosidade dos alunos ao demonstrar a aplicabilidade prática do que será estudado. Muitos estudantes têm afinidade com veículos, seja por usá-los no dia a dia, por desejá-los ou por terem interesse técnico em sua construção e funcionamento. Utilizar esse interesse como ponto de partida pode tornar o processo de aprendizagem mais significativo e motivador.

Complementando essa abordagem, a Teoria da Aprendizagem Significativa ainda propõe dois princípios fundamentais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. O primeiro defende que os conceitos mais amplos e inclusivos devem ser apresentados inicialmente, sendo depois aprofundados em detalhes. O segundo orienta o ensino no sentido de explicitar relações entre conceitos, resolver incoerências e integrar novos conteúdos à estrutura cognitiva do aluno de forma coerente e articulada. Ambos os princípios contribuem para uma aprendizagem mais estruturada, sólida e duradoura.

3. METODOLOGIAS ATIVAS

As metodologias ativas de ensino surgem como uma resposta às limitações do modelo tradicional, de caráter essencialmente dedutivo, no qual o professor transmite conteúdos teóricos e o aluno apenas os aplica de forma passiva. Embora esse modelo tenha sua importância, especialmente na sistematização do conhecimento, autores como Bacich (2017, p. 37) destacam que “a aprendizagem por questionamento e experimentação é mais relevante para uma compreensão mais ampla e profunda”. Essa perspectiva é particularmente adequada para disciplinas que exigem aplicação prática de conceitos teóricos complexos, como é o caso do ensino de Controle de Processos Industriais.

O uso de simuladores digitais, nesse contexto, se apresenta como uma estratégia de metodologia ativa que permite aos alunos aprender por meio da experimentação. Esses ambientes virtuais criam “espaços de prática frequentes”, possibilitando que os estudantes testem hipóteses, manipulem variáveis e observem os efeitos de suas decisões em tempo real. Ao fazer isso, eles não apenas compreendem os conceitos, mas os vivenciam, o que reforça o processo de aprendizagem por meio da ação e da reflexão.

Além de favorecer a experimentação, os simuladores têm o potencial de valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, promovendo a ancoragem de novos saberes, conforme destacado pela Teoria da Aprendizagem Significativa. Essa valorização do repertório individual do estudante contribui para uma aprendizagem mais contextualizada, relevante e duradoura. Assim, o simulador não atua apenas como um recurso técnico, mas como um instrumento pedagógico que facilita conexões significativas entre teoria e prática.

Outro aspecto essencial das metodologias ativas é o protagonismo do aluno no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Moran (2017), o estudante deve estar diretamente envolvido em todas as etapas, “experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor”. No uso de simuladores, esse protagonismo se manifesta na tomada de decisões, na construção de soluções para problemas e na análise dos efeitos provocados por suas ações, reforçando o papel ativo e reflexivo do aprendiz.

Bacich (2017, p. 53) também enfatiza a importância dos materiais didáticos como componentes fundamentais para o sucesso das metodologias ativas. Segundo a autora, “os bons materiais (interessantes e estimulantes, impressos e digitais) são fundamentais para o sucesso da aprendizagem”. Nesse sentido, o simulador desenvolvido para o ensino dos controladores PID oferece aos estudantes um ambiente interativo, visualmente acessível e cognitivamente estimulante, contribuindo para o engajamento e a motivação dos alunos ao explorar conteúdos abstratos de forma prática.

Assim, o uso de simuladores como estratégia de metodologia ativa promove um ambiente de aprendizagem dinâmico e centrado no aluno, no qual ele não apenas observa, mas atua, experimenta, reflete e aprende. A manipulação de variáveis e a observação dos resultados permitem que o estudante desenvolva habilidades analíticas e compreenda, de forma mais profunda, os conceitos envolvidos no controle de processos. Essa abordagem contribui para consolidar o conhecimento e fortalece a formação técnica e crítica dos futuros profissionais da área de automação industrial.

4. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, cujo principal objetivo é compreender e aprimorar o processo de ensino e aprendizagem de controladores PID no contexto da educação técnica. A abordagem qualitativa foi escolhida por possibilitar uma investigação aprofundada das interações, percepções e experiências dos alunos durante a aplicação da sequência didática, permitindo uma compreensão mais abrangente e contextualizada do fenômeno educacional em estudo.

A análise dos dados obtidos foi conduzida a partir do método proposto por Robert Yin (2016), voltado para pesquisas qualitativas e estudos de caso. Esse método estrutura o processo de análise em cinco etapas: compilação, desagrupamento, reagrupamento, interpretação e conclusão, proporcionando um percurso sistemático, coerente e rigoroso. Essa abordagem metodológica possibilitou uma avaliação detalhada da eficácia da sequência didática aplicada, oferecendo subsídios teóricos e práticos para a análise dos resultados.

A construção da sequência didática foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1963) e na proposta de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) elaborada por Moreira (2011). Esses referenciais teóricos serviram como base para o planejamento de atividades que possibilitassem a integração de novos conhecimentos à estrutura cognitiva dos alunos, favorecendo uma aprendizagem ativa, contextualizada e ancorada em saberes prévios relevantes. Assim, a escolha pela utilização de simuladores e pela abordagem prática está diretamente ligada aos princípios da aprendizagem significativa.

A sequência didática foi implementada junto aos estudantes do 4º ano do Curso Técnico em Automação Industrial do Câmpus Camaquã do Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul). Essa aplicação em um contexto real e institucional permitiu avaliar tanto a viabilidade da proposta quanto seus impactos sobre a aprendizagem dos alunos, proporcionando dados concretos para análise. O produto educacional gerado por esta pesquisa consiste na própria sequência didática, desenvolvida com o objetivo de promover a aprendizagem significativa dos conceitos de controle PID, utilizando simulações no software SciLab® como estratégia pedagógica central.

Durante a aplicação da sequência, foram coletados dados por meio da observação direta, registros das atividades e devolutivas dos estudantes. Tais dados, analisados com base no método de Yin (2016), possibilitaram ajustes durante o processo, bem como a avaliação reflexiva da proposta. As observações forneceram evidências sobre o engajamento dos alunos, suas dificuldades e a qualidade das aprendizagens desenvolvidas, permitindo que a sequência fosse aprimorada ao longo de sua implementação.

O contexto da pesquisa está situado no Câmpus Camaquã do IFSul, criado durante a segunda fase de expansão da Rede Federal com a missão de fomentar a educação pública, gratuita e de qualidade na região. A disciplina de Controle de Processos, foco deste estudo, é ofertada no último ano do curso. De acordo com a matriz curricular anterior vigente à época da pesquisa, sua carga horária é de 90 horas, distribuídas em três períodos semanais de 45 minutos. A ementa contempla os fundamentos das teorias de controle, o estudo de malhas contínuas e discretas, e os diferentes tipos de controladores e metodologias para sua calibração e otimização (IFSul, 2015). Entre os conteúdos abordados, destacam-se as Unidades V (Controladores PID) e VI (Calibração e Otimização),

diretamente relacionados ao objetivo deste trabalho. Os sujeitos da pesquisa foram 19 estudantes do 4º ano do curso mencionado.

5. PROPOSTA DIDÁTICA: UEPS

O produto educacional desenvolvido neste trabalho consiste na elaboração de uma sequência didática do tipo UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), voltada especificamente à disciplina de Controle de Processos do Curso Técnico em Automação Industrial. Com foco no ensino dos controladores Proporcional-Integral-Derivativo (PID), a sequência foi estruturada segundo os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (1963), e os passos metodológicos, conforme o Quadro1, propostos por Moreira (2011). A proposta visa oferecer ao professor uma ferramenta de apoio interativa e prática para abordar conteúdos complexos de forma contextualizada e acessível aos alunos.

Quadro 1: Passos para a elaboração da UPES

Passos	Ação
1 - Ponto de partida	Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico. É expor com clareza quais são os objetivos que devem ser alcançados com essa unidade de ensino e a forma de planejamento que será proposto.
2 - Situações-iniciais "Organizadores prévios"	Criar/Propor situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio. O foco dessa etapa é trazer para a sala de aula aquilo que o estudante já sabe e que podem servir de ancoragem para os novos conhecimentos, os denominados "subsunoçores". Na ausência deles utiliza-se estratégias como os "organizadores prévios".
3 - Situações-problemas	Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar. O foco desse momento é realizar uma base introdutória levando em conta o conhecimento prévio do aluno, levando situações-problema que podem funcionar como organizador prévio; estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais
4 - Apresentação da unidade de ensino	Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, começando com aspectos mais gerais e inclusivos sobre o conteúdo, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino e na sequência os conceitos intermediários e os mais específicos.
5 - Aprofundamento em nível de complexidade maior	Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes, do conteúdo da unidade de ensino, porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade.
6 - Continuidade da unidade de ensino	Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora.

7 - Avaliação da aprendizagem por meio da UEPS	A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado.
8 - Avaliação da UEPS	A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa.

Fonte: Autor adaptado de Moreira, 2011.

A sequência didática contempla quatro eixos temáticos principais: (i) conceitos básicos de controle de processos, (ii) funcionamento da técnica PID, (iii) ajuste de parâmetros do controlador PID, e (iv) aplicação da técnica PID no controle de velocidade de um veículo. Esses conteúdos foram organizados progressivamente, de modo a respeitar o princípio da diferenciação progressiva, partindo dos conceitos mais gerais até os mais específicos. Além disso, buscou-se a reconciliação integradora entre os diferentes conhecimentos abordados ao longo das atividades, promovendo relações significativas entre teoria e prática.

Para viabilizar essa abordagem prática, foi desenvolvido pelo professor/pesquisador um simulador digital utilizando o software SciLab®, uma plataforma gratuita e de fácil acesso, compatível com diversos sistemas operacionais. O simulador apresenta uma situação-problema baseada no controle de velocidade de um veículo automotivo em um trajeto montanhoso. A tarefa dos alunos consiste em configurar os parâmetros do controlador PID — proporcional (P), integral (I) e derivativo (D) — para que o veículo mantenha uma velocidade próxima do valor de referência, mesmo diante das variações do percurso. O ambiente simulado permite aos alunos observar, testar e analisar o impacto de diferentes ajustes, promovendo o aprendizado por meio da experimentação.

6. APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

A avaliação da sequência didática foi realizada de forma abrangente e sistemática. Durante a aplicação, o professor/pesquisador observou as interações entre os alunos, o desenvolvimento das atividades e a dinâmica da sala de aula. Ao término da sequência, foi aplicado um questionário avaliativo com o objetivo de levantar percepções dos alunos sobre os pontos fortes e fracos da proposta, bem como suas contribuições para a aprendizagem dos conteúdos de controle de processos. Além disso, os estudantes produziram apresentações em vídeo, nas quais explicaram os conceitos aprendidos e demonstraram sua aplicação prática, o que serviu como instrumento adicional de avaliação da compreensão conceitual.

A sequência foi planejada com base nos passos metodológicos sugeridos por Moreira (2011) para a construção de UEPS, adaptando cada etapa às realidades pedagógicas e cognitivas dos estudantes. O Quadro 2 do trabalho apresenta o detalhamento das atividades propostas, evidenciando como cada uma delas foi estruturada para facilitar a construção de novos conhecimentos a partir da ancoragem em saberes prévios. O enfoque em situações do cotidiano — como o controle de velocidade de um automóvel — contribuiu para tornar os conteúdos mais familiares e relevantes aos estudantes, favorecendo o engajamento e a motivação.

Quadro 2: Proposta da sequência didática

UEPS - Encontros	Períodos ⁴	Atividades/Ações
1. Ponto de partida com resgate dos conhecimentos prévios	1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentação do tema: Introdução ao conteúdo a ser estudado, com foco na contextualização do tema. ✓ Roda de conversa sobre veículos: Diálogo aberto com os alunos para explorar seus conhecimentos prévios sobre veículos, abordando aspectos como propriedades físicas e funcionamento. ✓ Orientação do professor: O professor/pesquisador guiará a discussão por meio de perguntas estratégicas sobre o cotidiano dos alunos, como os veículos da família, o meio de transporte utilizado para chegar à instituição, veículos que desejam possuir, além de aspectos técnicos. Esse diálogo visa identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e preparar o terreno para a construção do novo conteúdo.
2. Organizadores prévios	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Explicação sobre o funcionamento de veículos: O professor explicará o movimento de um veículo, destacando as principais forças físicas envolvidas, como a inércia, a força de atrito e a aceleração, com base na 2ª Lei de Newton. Um vídeo educativo poderá ser utilizado como material de apoio para ilustrar essas explicações. https://youtu.be/gS1FnfzG-lg ✓ Escolha de veículos para simulação: Após as explicações, cada estudante será convidado a escolher um veículo de sua preferência, utilizando o catálogo disponível no site https://www.carrosnaweb.com.br/avancada.asp. Os dados dos veículos escolhidos serão utilizados nas atividades de simulação que ocorrerão nas próximas etapas.
3. Situação-problema	3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentação do problema: O estudante será introduzido ao desafio do controle automático de velocidade de um carro. ✓ Material de apoio: Para ilustrar o problema, será apresentado um vídeo que mostra o funcionamento de um controlador automático comercial. https://youtu.be/bJVCCJZ5fps ✓ Objetivo da atividade: Os alunos deverão desenvolver um controlador similar ao mostrado no vídeo, utilizando o simulador como plataforma de testes. As técnicas de controle já abordadas em aula serão aplicadas neste desenvolvimento. ✓ Discussão de métodos de controle: A classe discutirá a viabilidade de utilizar o controle ON-OFF e o controle Proporcional para resolver o problema apresentado. ✓ Introdução ao simulador: O professor apresentará o simulador desenvolvido no software <i>SciLab</i>[®], explicando como os alunos podem instalá-lo e operá-lo, tanto em sala de aula quanto em casa. Um vídeo tutorial será disponibilizado via AVA, permitindo que os estudantes revisem o material a qualquer momento. ✓ Construção e testes: Utilizando o simulador e com auxílio do professor/pesquisador, os alunos desenvolverão e testarão tanto o controle ON-OFF quanto o controle Proporcional. ✓ Discussão dos resultados: Ao final, haverá uma discussão coletiva para analisar os resultados obtidos com cada método de controle.
4. Apresentação da nova unidade de ensino	3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análise dos resultados das simulações: A partir dos resultados obtidos nas simulações anteriores, o professor/pesquisador destacará as limitações dos controladores utilizados, especialmente o problema do erro de regime permanente no controle proporcional.

⁴ Períodos de 45 minutos

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introdução ao controle PID: Será feita a apresentação do controlador PID, com ênfase nas contribuições das parcelas Integrativa e Derivativa. Como material de apoio, os alunos terão acesso a uma apostila disponível no AVA, onde serão discutidos os pontos fortes e fracos de cada componente do PID, facilitando a compreensão de sua aplicação prática.
5. Aprofundamento em nível maior de complexidade	3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Demonstração das funções do controlador PID: Durante a apresentação dos novos conceitos sobre o controlador PID, o simulador será utilizado para demonstrar como cada parcela – Proporcional, Integrativa e Derivativa – afeta o desempenho do controlador. ✓ Aplicação prática no simulador: Com o controlador PID completo e operacional no simulador, os alunos serão desafiados a inserir os dados do veículo que escolheram anteriormente. O objetivo será ajustar os parâmetros do controlador PID, realizando simulações com diferentes configurações até que o veículo cumpra o percurso dentro dos parâmetros estabelecidos, permitindo aos estudantes experimentar ajustes finos e observar os resultados.
6. Continuidade da unidade de ensino	3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Discussão sobre parâmetros de controle: Os alunos serão desafiados a discutir e definir parâmetros satisfatórios para o sistema de controle proposto. Entre os pontos discutidos, estarão os limites aceitáveis para o erro do sistema e a aceleração do veículo, buscando critérios que sejam toleráveis dentro do contexto do controle PID. Essa atividade incentivará a reflexão crítica sobre os ajustes necessários para otimizar o desempenho do controlador.
7. Avaliação da aprendizagem oportunizada pela UEPS	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avaliação contínua: O professor/pesquisador avaliará o processo de aprendizagem ao longo de todos os encontros, observando as dúvidas levantadas, as discussões realizadas e o desempenho dos estudantes nas simulações. ✓ Avaliação final em vídeo: Como parte da avaliação formal da disciplina, cada aluno deverá desenvolver uma apresentação em formato de vídeo. Nesse vídeo, o estudante deverá apresentar as simulações realizadas, analisar o desempenho do controlador PID desenvolvido e destacar suas características diferenciais em comparação com os controladores estudados anteriormente na disciplina.
8 - Avaliação da UEPS	1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Feedback sobre a UEPS: Ao final da atividade, os estudantes deverão responder a um formulário que contém perguntas abertas relevantes sobre a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa aplicada. As respostas coletadas serão utilizadas na análise dos dados, além das observações do professor/pesquisador, permitindo avaliar a eficácia da UEPS.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o intuito de sistematizar o acompanhamento e a avaliação formativa da sequência didática, foi elaborado um instrumento específico no formato de diário de bordo, preenchido pelo professor/pesquisador ao final de cada encontro. Esse formulário registra tanto aspectos objetivos quanto critérios qualitativos de observação, como nível de participação, engajamento, cooperação em grupo e desenvolvimento cognitivo. A estrutura do instrumento combina escalas descritivas e campos dissertativos, permitindo uma análise reflexiva e aprofundada dos encontros realizados.

O diário de bordo foi concebido para identificar indícios de aprendizagem significativa, a partir da integração de novos conteúdos com a estrutura cognitiva já existente dos alunos. Os registros foram realizados imediatamente após cada aula, buscando preservar a fidedignidade das observações e assegurar a consistência da análise posterior. Assim, o formulário funcionou como um guia de

acompanhamento contínuo, contribuindo para o aperfeiçoamento da proposta pedagógica ao longo de sua implementação.

1º Encontro – Ativação de conhecimentos prévios e organizadores prévios

O primeiro encontro teve como objetivo identificar e explorar os conhecimentos prévios dos alunos sobre veículos, estabelecendo conexões significativas com o conteúdo a ser trabalhado. A aula iniciou-se com uma conversa informal sobre a relação dos estudantes com automóveis, envolvendo aspectos como transporte diário, carros da família e veículos desejados. A discussão evoluiu naturalmente para temas como carros elétricos, sustentabilidade e futuro da mobilidade.

Conceitos de Física, como força de atrito, inércia, aceleração e a Segunda Lei de Newton, foram introduzidos e reforçados com o apoio de um vídeo educativo (Figura 1). Ao final da aula, os alunos escolheram veículos reais no site Carros na Web, cujas especificações técnicas seriam utilizadas nas simulações dos encontros seguintes.

Figura 1: Apresentação do vídeo de apoio



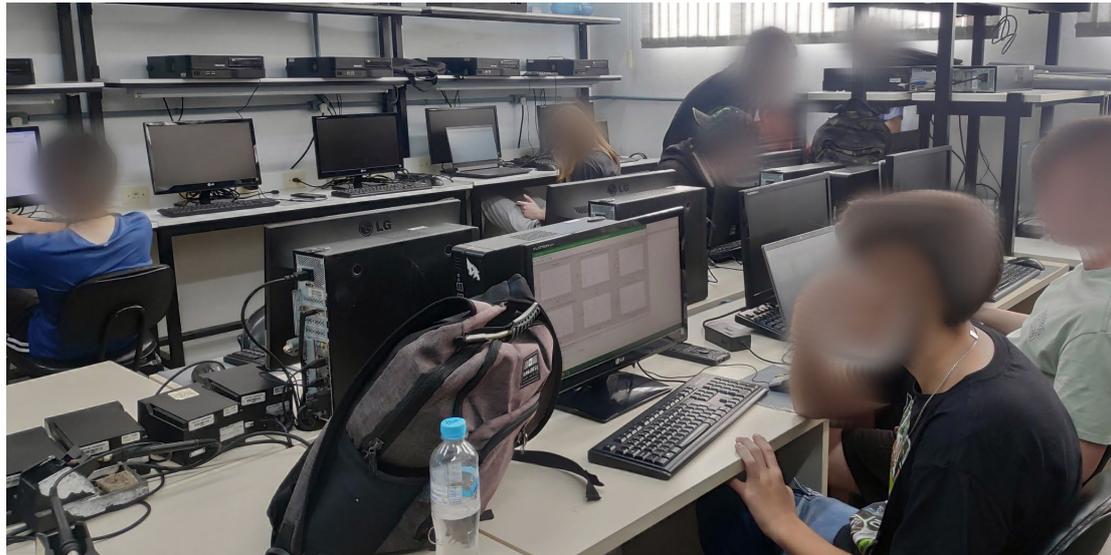
Fonte: Elaborado pelo autor.

2º Encontro – Situação-problema e primeiros testes com o simulador

Neste encontro, foi apresentado o problema do controle automático de velocidade, tomando como referência o sistema de piloto automático dos veículos modernos. Um vídeo demonstrativo foi utilizado para ilustrar o funcionamento desse sistema. Em seguida, o professor apresentou o simulador desenvolvido no software SciLab® e explicou seu funcionamento.

A turma iniciou as simulações com aceleração fixa (sem controle) e, posteriormente, implementou o controlador ON-OFF, com e sem histerese. A aula prosseguiu com a implementação do controle proporcional. Os alunos, com apoio do professor, realizaram testes, discutiram os resultados obtidos e compararam o desempenho dos diferentes tipos de controle.

Figura 2: Estudantes utilizando o simulador



Fonte: Elaborado pelo autor.

3º Encontro – Introdução ao controlador PID

O terceiro encontro marcou a introdução formal do controle PID. A partir da análise crítica dos resultados das simulações anteriores, o professor discutiu as limitações dos controladores ON-OFF e proporcional, destacando o erro de regime permanente. Foram então apresentadas as três parcelas do PID (Proporcional, Integrativa e Derivativa), com apoio da apostila da disciplina e demonstrações no simulador.

Os alunos realizaram simulações aplicando separadamente as parcelas P, I e D e observaram seus efeitos no comportamento do sistema. Um novo recurso do simulador — a introdução de ruído — foi utilizado para demonstrar as limitações do controle derivativo. Ao final, os alunos personalizaram o simulador com veículos de sua escolha, utilizando dados técnicos reais, o que aumentou ainda mais o engajamento.

Figura 3: Estudantes escolhendo modelos de veículos



Fonte: Elaborado pelo autor

4º Encontro – Aprofundamento com maior complexidade

Neste encontro, os estudantes utilizaram o simulador com o controlador PID completo, inserindo os dados reais dos veículos escolhidos anteriormente. As simulações passaram a ter maior grau de complexidade, considerando critérios como aceleração, estabilidade e erro de regime permanente. A turma foi incentivada a analisar os resultados e realizar ajustes finos nos parâmetros dos controladores.

O professor apresentou também o trabalho final, que consistia em configurar e ajustar um controlador PID para dois veículos: um de livre escolha e outro com capacidade de carga acima de 1000 kg. A escolha dos veículos gerou engajamento e troca de experiências entre os colegas.

Figura 4: Estudantes executando simulações e discutindo resultados



Fonte: Elaborado pelo autor.

5º Encontro – Consolidação dos conhecimentos e atendimento individualizado

O quinto encontro foi focado na **análise crítica dos parâmetros de desempenho** dos sistemas de controle. O professor iniciou com uma simulação para ilustrar como o erro em regime permanente pode ser minimizado sem comprometer a aceleração. A partir disso, os alunos foram desafiados a refletir sobre os limites aceitáveis para esse erro e a estabilidade do sistema.

A segunda parte da aula foi dedicada ao **acompanhamento individualizado do trabalho final**. Os alunos estavam em diferentes estágios de desenvolvimento: alguns ajustando parâmetros, outros ainda definindo os veículos. O professor prestou atendimento pontual, respondendo dúvidas e promovendo o raciocínio crítico na tomada de decisões.

6º Encontro – Avaliação final e fechamento da UEPS

No último encontro, os alunos finalizaram a produção de **vídeos individuais** como forma de avaliação formal. Nesses vídeos, eles apresentaram o desempenho do controlador PID ajustado, comparando-o com os controladores ON-OFF e proporcional. Além disso, os estudantes responderam a um **questionário avaliativo da UEPS**, compartilhando percepções sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Esse momento coincidiu com a **última aula da disciplina de Controle de Processos** e o encerramento do curso técnico para a turma. O professor aproveitou para agradecer o empenho dos

estudantes e destacou o envolvimento demonstrado ao longo da sequência. A **conexão afetiva com os veículos escolhidos** foi reconhecida como um elemento-chave para tornar o aprendizado mais significativo e engajador.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi elaborar e validar uma sequência didática que faça uso de um software de simulação, com o propósito de potencializar as aprendizagens em controle de processos no Curso Técnico de Automação Industrial. Para isso foi elaborada uma sequência didática com base na estrutura da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) específica para a disciplina de Controle de Processos, com foco nos Controladores PID, utilizando o simulador desenvolvido pelo professor/pesquisador construído no ambiente SciLab® e foi aplicada no 4º ano do Curso Técnico de Automação Industrial do Câmpus Camaquã do IFSul, na disciplina de controle de processos.

A análise qualitativa dos dados, com base no método de Yin (2016), apontou indícios de que o uso do simulador tenha favorecido aprendizagens significativas, ao possibilitar que os estudantes estabelecessem relações entre os novos conteúdos e seus conhecimentos prévios. A contextualização do conteúdo, por meio do exemplo do controle de velocidade de um automóvel, parece ter sido eficaz para despertar o interesse dos estudantes e favorecer a ancoragem do novo conhecimento. A familiaridade com o tema possibilitou a construção de significados não arbitrários e não literais, conforme proposto por Ausubel (1963), o que pode ter favorecido a integração dos conceitos de controladores PID de forma mais contextualizada.

A possibilidade de manipular os parâmetros do controlador e observar os resultados em tempo real auxiliou na compreensão dos conceitos abstratos. Além disso, as discussões em grupo e as orientações do professor podem ter desempenhado um papel no esclarecimento de dúvidas e na construção do conhecimento.

Os dados coletados por meio das observações em sala de aula, dos vídeos produzidos pelos estudantes e dos questionários aplicados indicaram que a proposta foi, em geral, bem recebida e compreendida pelos alunos, apresentando indícios de que sua implementação contribuiu para o processo de aprendizagem. No que se refere ao aspecto em que se observou maior dificuldade por parte dos estudantes, o produto foi revisado, e a versão final apresenta uma sugestão para mitigar essa dificuldade.

Para pesquisas futuras, recomenda-se o aperfeiçoamento contínuo do simulador, incluindo a adição de novos elementos gráficos e funcionalidades que possam enriquecer a experiência dos estudantes. Da mesma forma, melhorias e adaptações na sequência didática apresentam-se como um campo aberto de investigação e desenvolvimento, capaz de gerar novas abordagens metodológicas e ampliar o escopo de aplicação do material.

O ensino técnico, especialmente no que se refere à área de controle de processos, ainda apresenta carência de materiais didáticos e metodologias de ensino especificamente voltadas para esse campo. Nesse sentido, espera-se que este trabalho possa contribuir, ainda que de forma pontual, para atenuar essa lacuna, ao apresentar uma proposta de um produto educacional que busca potencializar a aprendizagem de conceitos relacionados a controladores PID, integrando teoria e prática em contextos próximos à realidade dos estudantes.

8. REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2000.
- AUSUBEL, D. P. The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune & Stratton, 1963.
- BACICH, L.; MORAN, J. M.; TREVISANI, F. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2017.
- BREGANON, E. R. et al. A importância das atividades práticas nos cursos de Engenharia e Tecnologia. Revista Ensino em Re-Vista, v. 28, n. 1, 2021.
- CAMPBELL, S. L.; CHANCELIER, J. P.; NICOLET, J. Modeling and simulation in Scilab/Scicos. Springer Science & Business Media, 2006.
- IF SUL-RIO-GRANDENSE. Matriz curricular do Curso Técnico em Automação Industrial – Câmpus Camaquã. Camaquã: IFSul, 2015.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da teoria à prática. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 27, n. 2, p. 525-541, ago. 2010.
- MOREIRA, M. A. Teoria da aprendizagem significativa: fundamentos e aplicações. São Paulo: Centauro, 2012.
- MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma educação inovadora. In: BACICH, L.; MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2017.
- SALES, P. A. O uso de automóveis no ensino de Física e Matemática. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia, v. 4, n. 3, p. 78-95, 2011.
- SMETANA, L. K.; BELL, R. L. Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. International Journal of Science Education, v. 34, n. 9, p. 1337-1370, 2012.
- UFRGS. Laboratório de Automação e Controle - SCILAB. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/lac/scilab/>. Acesso em: [data de acesso].
- YIN, R. K. Pesquisa qualitativa do início ao fim. Porto Alegre: Penso, 2016.

Submissão: 05/05/2025

Aceito: 19/07/2025