

## AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DE LABORATÓRIOS DE PESQUISA NA INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO NA GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

Paulo Fernandes Silva Junior<sup>1</sup>, Ewaldo Eder Carvalho Santana<sup>2</sup>, Mauro Sérgio Silva

Pinto<sup>3</sup>, Carlos Magno Sousa Júnior<sup>4</sup>, Gabrielle Muniz Fernandes<sup>5</sup>, Jayne Muniz

Fernandes<sup>6</sup>, Janaína da Silva Muniz Fernandes<sup>7</sup>, Fernando Lima de Oliveira<sup>8</sup>, Pedro

Brandão Neto<sup>9</sup>, José Pinheiro de Moura<sup>10</sup>, Raimundo Carlos Silvério Freire<sup>11</sup>

### RESUMO

Neste trabalho é apresentado uma pesquisa sobre a importância dos laboratórios de pesquisa no desenvolvimento dos projetos de Iniciação Científica e de Extensão, no curso de graduação de bacharelado em Engenharia de Computação de Universidade Estadual do Maranhão. A pesquisa é de caráter descritiva, exploratória, quantitativa e qualitativa. Avalia-se a bibliografia especializada sobre a importância dos laboratórios na graduação em engenharias e no desenvolvimento dos projetos de pesquisa pelo modelo de aprendizagem experiencial de Kolb, com o levantamento dos dados dos alunos ativos do curso, e os participantes do curso nos anos de 2019 a 2023. A partir da abordagem de aprendizagem experiencial, pode-se observar que a participação dos alunos em projetos promove maior dedicação às disciplinas, o que pode ser avaliado pelos requisitos para participação em projetos, pelo aumento do número de participantes, que compartilham conhecimentos, realizando tarefas dos projetos e das disciplinas do curso, formando conceitos e apreendendo novas ideias. Com a pesquisa, os laboratórios da graduação oferecem a possibilidade de crescimento intelectual e pessoal aos alunos, no período de 2023 foram publicados sete trabalhos vinculados à Iniciação Científica e Extensão dos alunos participantes dos laboratórios de pesquisa, com cinco capítulos de livros, um artigo em anais de congresso nacional e uma patente. Outro ponto

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Elétrica (UFCG). Professor Adjunto I da Universidade Estadual do Maranhão, docente da Graduação em Engenharia de Computação. E-mail: paulofernandes@professor.uema.br.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Elétrica (UFCG). Professor Adjunto IV da Universidade Estadual do Maranhão, docente permanente do PPG em Engenharia de Computação e Sistemas. E-mail: ewaldoeder@gmail.com.

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Elétrica (UFMA/FEUP Europa). Professor Adjunto IV da Universidade Estadual do Maranhão, docente permanente do PPG em Engenharia de Computação e Sistemas. E-mail: maurosergiospinto@gmail.com.

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Elétrica (UFMA). Professor da Universidade Estadual do Maranhão, docente da Graduação em Engenharia de Computação. E-mail: magno.jr@gmail.com.

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Elétrica (IFPB). E-mail: gabriellemuniz@gmail.com.

<sup>6</sup> Graduanda em Farmácia (UFPB). E-mail: jaynemunizf@gmail.com.

<sup>7</sup> Especialista em Psicopedagogia (FIP). Professora da Prefeitura Municipal de Santa Rita - PB. E-mail: janaianamunizf@gmail.com.

<sup>8</sup> Doutor em Engenharia Mecânica e Aeronáutica (ITA). Professor Adjunto IV da Universidade Estadual do Maranhão, docente da Graduação em Engenharia Mecânica. E-mail: fernandolima@cct.uema.br.

<sup>9</sup> Doutor em Engenharia Elétrica (UFMA). Professor Adjunto III da Universidade Estadual do Maranhão, docente da Graduação em Engenharia de Computação. E-mail: josepinheiro@professor.uema.br.

<sup>10</sup> Mestre em Engenharia Elétrica (UFMA). Professor Assistente IV da Universidade Estadual do Maranhão, docente da Graduação em Engenharia de Computação. E-mail: pedro.neto@professor.uema.br.

<sup>11</sup> Doutor em Engenharia Elétrica (INP Lorraine França. Professor Adjunto IV da Universidade Federal de Campina, docente permanente do PPG em Engenharia de Computação e Sistemas (UEMA) e do PPG em Engenharia Elétrica (UFCG). E-mail: rcsfreire@gmail.com.

importante é o crescimento no número de participantes, que acompanha o crescimento da taxa de aprovação nas disciplinas, 75%, e a redução no tempo de duração do curso, já que 84% dos alunos ativos estão dentro do prazo de formação, mesmo com as perdas e problemas decorrentes da pandemia da COVID 19.

**Palavras-chave:** Laboratório de pesquisa, iniciação científica, extensão, Engenharia de Computação.

## **ASSESSMENT OF THE IMPORTANCE OF RESEARCH LABORATORIES IN SCIENTIFIC INITIATION IN THE COMPUTATION ENGINEERING OF STATE UNIVERSITY OF MARANHÃO**

### **ABSTRACT**

In this work is presented a research on the importance of research laboratories in the development of Scientific Initiation and Extension projects, in the bachelor's degree course in Computer Engineering at the State University of Maranhão. The research is descriptive, exploratory, quantitative and qualitative in nature, evaluating the specialized bibliography on the importance of laboratories in undergraduate engineering and in the development of research projects using Kolb's experiential learning model, with the collection of data from active students of the course, and the course participants in the years 2019 to 2023. From the results obtained, it was possible to observe that 67.5% of the course students are actively participating in the laboratories, in which 24.5% of the total students receive some scholarship of research programs, which is an impactful factor in motivating students to dedicate themselves to the course and the practice of developing a solution applied to a real problem. From the experiential learning approach, it can be observed that the participation of students in projects promotes more dedication to the subjects, which can be assessed by the requirements for participation in projects, by the increase in the number of participants, who share knowledge, performing tasks of the projects and the course disciplines, forming concepts and grasping new ideas. With the research, the undergraduate laboratories offer the possibility of intellectual and personal growth for students. In 2023, seven works linked to the Scientific Initiation and Extension of students participating in the research laboratories were published, with five book chapters, an article in national congress proceedings, and a patent. Another important point is the growth in the number of participants, which follows the growth in the rate of approval in the subjects, 75%, and the reduction in the duration of the course, in that 84% of active students are within the training deadline, even with the losses and problems resulting from the COVID 19 pandemic.

**Keywords:** Reseach laboratory, scientific initiation, extension, computer engineering.

### **INTRODUÇÃO**

O conceito de engenharia remete ao conhecimento teórico utilizado para resolução de problemas identificados pelos homens, e necessariamente é prático (Feisel; Rosa, 2005). Os laboratórios nos cursos de engenharia permitem aos alunos o contato com aplicação prática dos conteúdos abordados em sala de aula. Se os laboratórios forem eliminados da

engenharia, os cursos poderiam ser renomeados para matemática aplicada (Eastlake, 1986), ou mesmo física teórica. Assim, o uso de laboratórios como complemento das aulas teóricas na pesquisa científica pode proporcionar ganhos aos alunos, com o aumento do aprendizado em diversos níveis, como tornar factível e visível o que é abordado de forma teórica em sala de aula.

De acordo com Feisel e Rosa (2005, p. 121) há três tipos básicos de laboratórios de engenharia, os de desenvolvimento, educacional e de pesquisa, e os laboratórios de pesquisa são utilizados na busca de conhecimentos que possam ser generalizados e sistematizados, o resultados é um acréscimo ao conhecimento geral do mundo, seja ele natural ou produzido pelo homem.

O uso de laboratórios de pesquisa pode promover ganho aos alunos em diversas áreas e nível de conhecimento. Para Krivickas e Krivickas (2007) os objetivos educacionais do laboratório podem ser resumidos em obter um entendimento conceitual para solução dos problemas propostos em sala, desenvolver a habilidade de resolver um problema do início ao fim, com a construção de novos produtos ou processos, habilidades de trabalho em grupo, e desenvolvimento profissional. Feisel e Rosa (2005, p. 127) indicam treze objetivos para os laboratórios de pesquisa, os quais envolvem práticas individuais e em grupo, bem como o planejamento, adequação, uso e avaliação dos dispositivos utilizados. Como indicado, as habilidades desenvolvidas para e com os alunos estão diretamente relacionadas ao contato com o mundo real, a uma preparação para o que pode ser vivenciado em uma empresa ou na academia, pois com o ambiente laboratorial é propício ao desenvolvimento de trabalhos científicos, os quais demandam pesquisas com método próprio e avaliação regular.

Para os trabalhos de pesquisa científica, os laboratório de pesquisa se tornam um ponto de contato entre o aluno e o professor com os problemas e possíveis soluções, proporcionando o aprofundamento dos conhecimento teóricos, demonstrando aos participantes tecnologias ainda não conhecidas, no qual as perguntas básicas: o que?; quando?; onde?; como?; porque?, com o que?; quanto?; com quem?; e demais questões que são relevantes ao desenvolvimento técnicos científico, podem ser avaliadas, e suas

possíveis respostas tornam-se uma base para os trabalhos de iniciação científica, iniciação tecnológica e extensão.

A iniciação científica no Brasil recebe apoio por meio de bolsas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), nos Estados existem os órgãos de fomento à pesquisa, universidades públicas e privadas, instituições de economia mista e empresas privadas, por meio de bolsas. O CNPq, pela Resolução Normativa 017/2006 (BRASIL, 2018), estabelece os objetivos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e do Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), os quais são semelhantes e dedicam a contribuir para:

- A formação de recursos humanos para atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação;

- O engajamento de recursos humanos em atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação, e à formação científica de recursos humanos que se dedicarão a qualquer atividade profissional; e

- A formação de recursos humanos que se dedicarão ao fortalecimento da capacidade inovadora das empresas no País, e para reduzir o tempo médio de permanência dos alunos na pós-graduação.

A Extensão, segundo a Lei de Diretrizes e Bases de 1996, está vinculada a participação popular nas conquistas e benefícios do desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica realizada nas instituições de ensino superior (BRASIL, 1996), e o Art. 3º da Resolução N°. 7 de 2018 do Conselho Nacional de Educação informa que a “*A Extensão na Educação Superior Brasileira é a atividade que se integra à matriz curricular e à organização da pesquisa, constituindo-se em processo interdisciplinar, político educacional, cultural, científico, tecnológico, que promove a interação*” (CNE/CES, 2018, p. 1-2). Assim, a extensão é a aplicação da tecnologia desenvolvida na universidade na sociedade interna e externa aos centros de pesquisa, procurando contribuir para a melhora da sociedade a partir das pesquisas realizadas.

No Estado do Maranhão, algumas instituições promovem o desenvolvimento e a produção científica, dentre elas podem ser citadas a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), e a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

A FAPEMA foi criada pela Lei 5.030 de 05 de julho de 1990, tem como objetivo estimular a ciência e a tecnologia no Maranhão e contribuir com a redução das assimetrias sociais para o desenvolvimento do estado e melhoria da qualidade de vida da população, proporcionando aos pesquisadores maranhenses condições para a realização de projetos de pesquisa, intermediando a transformação do conhecimento científico (FAPEMA, 2021).

A UEMA é uma Instituição de Ensino Superior de natureza pública, gratuita e de qualidade, que goza de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial, criada pela Lei n.º 4.400, de 30 de dezembro de 1988, como uma Autarquia de natureza especial, e o seu funcionamento regular foi autorizado pelo Decreto Federal n.º 94.143, de 25 de março de 1987, na modalidade de sistema multicampi, instalados nas cidades de São Luís, Caxias e Imperatriz (UEMA, 2022).

O curso de bacharelado em Engenharia de Computação do CCT/UEMA foi instituído e pela Resolução nº. 699/2008 do CONSUN/UEMA e reconhecido pela Resolução nº. 210/2022 (ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO, 2022). O curso de bacharelado em Engenharia de Computação do CCT/UEMA foi instituído e pela Resolução nº. 699/2008 do CONSUN/UEMA e reconhecido pela Resolução nº. 210/2022 (ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO, 2022). De acordo com o Projeto Pedagógico o curso busca “*a formação integral e adequada do estudante por meio de uma articulação entre o ensino, a pesquisa e a extensão. Será estimulada a inclusão e a valorização das dimensões ética e humanística na formação do estudante, desenvolvendo atitudes e valores orientados para a cidadania e para a solidariedade*” (PPC, 2020), evidenciando a importância dos trabalhos de pesquisa com a iniciação científica e a extensão, como objetivos junto à educação profissional dos discentes.

Este trabalho tem como objetivo analisar o relacionamento dos laboratórios de pesquisa para os trabalhos de iniciação científica e extensão no curso de Engenharia de

Computação, do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Estadual do Maranhão, a partir da abordagem da teoria da aprendizagem para adultos, principalmente a abordagem da aprendizagem experiencial de Kolb (KOLB, 2015), (Steele, 2023). Este trabalho está dividido em mais quatro partes além desta Introdução. Na seção do Referencial Teórico são indicados os conceitos utilizados no desenvolvimento do trabalho e que servem como fonte teórica explicativa para os fenômenos observados. Na seção da Metodologia é delineada a forma de atuação para realização do trabalho. Na seção dos Resultados e Discussões são abordados os resultados obtidos e as devidas explicações de acordo com a teoria indicada e as Considerações Finais abordam o objetivo central do trabalho com as principais resultados e considerações deliberadas no trabalho.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O termo engenharia, do latim “*ingenium*”, se refere à qualidade inata, um poder mental, tendo a ideia de invenção inteligente e remetem a períodos muito antigos, na verdade as invenções humanas são tão antigas quanto o próprio homem, e pode ser entendida como um processo pelo qual a compreensão da natureza ocorre a partir de uma abordagem científica e é utilizada para produzir objetos para satisfazer necessidades específicas (Murthy; Page, 2023). De acordo com Steele (2023), a engenharia trata de projetar, concertar, construir e otimizar objetos, algoritmos e processos, e exige que o engenheiro comprehenda os princípios da ciência aplicando na solução de problemas e/ou otimização de recursos.

O trabalho do engenheiro envolve cuidado nos detalhes técnicos, com a capacidade de aplicar novas tecnologias e ideias, comunicar de forma eficaz, trabalhar em equipas com um conjunto diversificado de membros e aprender a desenvolver os seus próprios conhecimentos para que possa haver adaptação às mudanças de função (Steele, 2023). Um estudante de engenharia, em nível de graduação, precisa aprender os fundamentos da profissão a ponto de poder trabalhar com eficácia, e tem como objetivo resolver

problemas, apresentando soluções eficazes, com a metodologia científica, e uma oportunidade para aplicar os conhecimentos teóricos e possibilitarem experiências práticas são os trabalhos em laboratório.

As práticas em laboratório podem proporcionar ganhos aos alunos que envolvem um aplicação da teoria abordada em sala de aula com o realidade da indústria, empresas e laboratório especializados, que de acordo com Wankat e Oreovicz (2015, p. 228) podem envolver:

- Nas habilidades experimentais, com o planejamento de um experimento, registro, análise e interpretação de dados;
- No uso de equipamentos especializados e instrumentos de medição, com a possibilidade de contato com o mundo real, levando em consideração os padrões de segurança;
- Na motivação aos estudos pela a aplicação prática das teorias;
- Nos trabalhos em equipe com a construção de objetos e realização de processos, o que pode aumentar a rede de contatos;
- No desenvolvimento das habilidades de comunicação escrita e oral, as quais podem ser enfatizadas por meio de preparação, progresso e relatórios finais, e na aprendizagem independente, pois com as práticas de laboratório os alunos são motivados a revisar de forma independente o material antigo e aprender o novo, o que pode contribuir para o desenvolvimento profissional, na solução de problemas no prática diária.

Feisel e Rosa (2005, p. 127) indicam os objetivos para os laboratórios de pesquisa envolvem práticas individuais e em grupo, bem como o planejamento, adequação, uso e avaliação dos dispositivos utilizados, dentre eles podem ser destacadas:

- A prática de instrumentação com a aplicação de sensores, programas e realização de medições;
- Na avaliação de modelos, com a identificação de pontos fortes e de limitações do modelos teóricos como preditores de comportamentos do mundo real;

- Na abordagem experimental, com a especificação de procedimentos, caracterização de materiais e processos para interpretação dos resultados, coleta, análise e interpretação de dados;
- Na realização e execução de peças, produtos ou sistemas atendendo a requisitos pré-estabelecidos;
- No aprendizado com o erro;
- No desenvolvimento da criatividade e psicomotor,
- Na identificação das questões de segurança,
- Na capacidade de trabalho em equipe com parâmetros éticos de trabalho e convívio;
- Na coleta de informação, analise de resultados e considerações sobre problemas.

Os laboratórios de estudo ou trabalho em engenharia tem como propósito fundamental realizar o contato entre dois domínios, o domínio dos objetos reais e das coisas observáveis com o domínio das ideias (Psillos; Niedderer, 2003), o que se espera é que os estudantes liguem os dados observados aos modelos teóricos e aos objetos e eventos que estão explorando (Bernhard, 2011). Os laboratórios podem incluir diversas atividades e com o desenvolvimento tecnológicos diversas possibilidades, como as simulações em tempo real, locais ou em nuvem, aquisição de dados automáticos, controle de instrumentos remoto, analise de dados e apresentações de resultados. Eles possuem características em comuns considerando os objetivos educacionais e o trabalho efetuado, focados na resolução de problemas e na melhoria do aprendizado, podendo ser distinguidos em três tipos básicos (Feisel; Rosa, 2005):

- *Os laboratórios de desenvolvimento*, que é usado para responder as questões específicas sobre a natureza que devem ser respondidas, com o objetivo do levantamento de dados experimentais para consolidação de um produto, e determinação do funcionamento do projeto de acordo com o planejado;

- *Os laboratórios de pesquisa*, que são usados na busca por conhecimentos mais amplos, os quais podem ser generalizados e sistematizados, resultando em um acréscimo ao conhecimento geral; e

- *Os laboratórios educacionais*, nos quais os estudantes realizam práticas de engenharia de conhecimentos adquiridos, aplicando os conceitos teóricos estudados nas aulas, tendo como objetivo ampliar o aprendizado pela realização de tarefas e adequação do conteúdo estudo com a realidade prática.

O aprendizado é tema complexo, e deve ser abordado de acordo com as características do público para o qual se orienta o conteúdo a ser apreendido, no caso do ensino da graduação em engenharia, o aprendizado aplicado a jovens e adultos. Conforme abordado por (Illeris, 2013) é importante entender que a toda aprendizagem envolve o processo externo de interação entre o indivíduo e o meio no qual vive e um processo interno, com a elaboração e aquisição do conteúdo, e existe diferenças significativas entre os estilos de aprendizagem para crianças e adultos. Aprendizagem pode ser definida como um processo multidimensional que resulta numa mudança relativamente duradoura numa pessoa ou pessoas e, consequentemente, na forma como essa pessoa ou pessoas perceberão o mundo e responderão reciprocamente às suas possibilidades físicas, psicológicas e sociais. O processo de aprendizagem tem como base a relação sistêmica, dinâmica e interativa entre a natureza do aluno e o objeto da aprendizagem, situado ecologicamente em um determinado tempo e lugar, bem como ao longo do tempo (Gross, 2015).

Sobre as contribuições ou análise dos tipos ou estilos de aprendizagem, Laid (2003) a partir do trabalho de Merriam e Cattarella 1999, organizou uma tabela com as cinco principais teorias orientadoras do aprendizado, o qual pode ser observado de forma adaptada na Tabela 1.

Uma abordagem da educação para aprendizagem de adultos podem ser observada em Okijeji e Hershey (2020), o qual informa que o conceito, apesar de ser bem aplicado desde o Século XVII, é formalmente introduzida na Inglaterra no século XIX, e o seu desenvolvimento é contínuo, com diversas abordagens no século XIX. A definição de

educação de adultos é abrangente pois envolve diferentes papéis, uma atuação multifuncional. O que começou como um programa educativo desorganizado, teve influência significativa na promoção da alfabetização de adultos, na sensibilização da comunidade e na sociedade civil, alcançou ascendência e foi reconhecido como um programa de estudo no ensino superior, com um impacto positivo nos programas de formação industrial e empresarial. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura definiu a educação de adultos como:

“todo o conjunto de processos educativos organizados, através dos quais pessoas consideradas adultas pela sociedade a que pertencem desenvolver as suas capacidades, enriquecer os seus conhecimentos, melhorar as suas qualificações técnicas ou profissionais ou orientá-los num novo rumo e provocar mudanças nas suas atitudes ou comportamentos nas duas perspectivas de desenvolvimento pessoal e participação em relações sociais, económicas e sociais equilibradas e independentes” (Okije; Hershey, 2020, p. 26).

**Tabela 1.** Teorias do aprendizado

Aspectos	Ambientalista	Cognitivista	Humanista	Aprendizado social	Construtivista
Teóricos	Thorndike, Pavlov, Watson, Guthrie, Hull, Tolman, Skinner	Koffka, Kohler, Lewin, Piaget, Ausubel, Bruner, Gagne	Maslow, Rogers	Bandura, Rotter	Candy, Dewey, Lave, Piaget, Rogoff, von Glaserfeld, Vygotsky
Processo de aprendizagem	Mudança de comportamento	Processo mental interno, com processamento de informação, memória, percepção, etc.	É necessário um ato pessoal para realizar o potencial	Interação e observação de outras pessoas em um contexto social	Construção de sentido a partir da experiência
Local da aprendizagem	Estímulo do meio ambiente	Estrutura cognitiva interna	Necessidades afetivas e cognitivas	Interação entre pessoa, comportamento e ambiente	Construção interna da realidade pelo indivíduo
Objetivo da ensino	Producir mudanças comportamentais na direção desejada	Desenvolver capacidades e habilidades para aprender melhor	Ser autônomo	Modelar novos papéis e comportamento	Construir o conhecimento
O papel do professor	Organiza o ambiente para obter a resposta desejada	Estrutura o conteúdo da atividade de aprendizagem	Facilita o desenvolvimento de toda a pessoa	Modela e orienta novos papéis e comportamentos	Facilita e negocia significado com o aluno

Manifestação na aprendizagem de adultos	Objetivos comportamentais Educação baseada em competências Desenvolvimento de habilidades Desenvolvimento e treinamento de habilidades	Desenvolvimento cognitivo Inteligência, aprendizagem e memória em função da idade Aprendendo a aprender	Andragogia Aprendizagem autodirigida	Socialização Papéis sociais Mentoria Controle	Aprendizagem experiencial Aprendizagem autônoma Transformação de perspectiva Prática reflexiva
---	---	---	---	--	---

Fonte: Adaptado de Laird (2003).

O método da andragogia envolve diversas abordagem da aprendizagem para jovens e adultos. O termo andragogia, do grego “ἀνδραγωγία”, significa educar adultos e os diversos modelos de aprendizagem de jovens e adultos, e se destacam por apresentar características distintas do aprendizado para crianças. Knowles, Holton e Swanson (2005) indicam pelo menos seis aspectos que distinguem o modelo da andragogia do modelo da pedagogia:

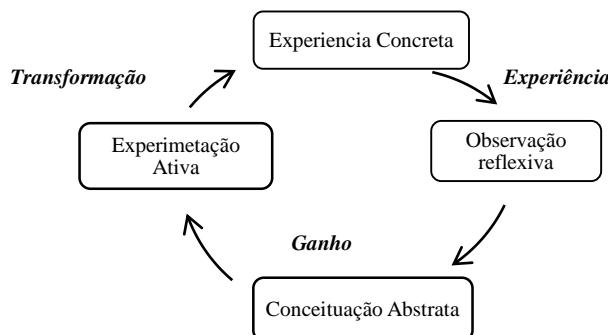
- A necessidade de saber por que precisam aprender;
- O entendimento de si mesmo, a sua autoperceção, um conceito próprio de serem responsáveis pelas próprias ações e decisões, de suas vidas. Depois de chegarem a esse autoconceito, desenvolvem uma profunda necessidade psicológica de serem vistos pelos outros e tratados por outros como sendo capazes de autodireção;
- As experiências dos estudantes, os quais possuem experiências abrangentes e com qualidades diferentes das crianças, os adultos possuem uma história, com experiências diversas, tornando-se mais complexas;
- Disposição, ou motivação interna ao aprendizado para aquilo que precisam saber se ser capazes de fazer para lidar eficazmente com as situações da vida real;
- A orientação para aprendizagem está centrada para a vida, ou concentrada nas tarefas ou nos problemas, assim eles são motivados a aprender na medida em que percebem que a aprendizagem os ajudará a realizar tarefas ou lidar com problemas que enfrentam em situações reais;
- As motivações externas (extrínsecas) e internas (intrínsecas), os quais para os jovens adultos estão relacionadas ao emprego, promoções, salários, situação emocional, relacionamentos.

O modelo de aprendizagem da andragogia também tem as características de (Laird, 2003):

- Uma orientação centrada no problema;
- Envolvimento ativo aluno-professor;
- Integração de experiências passadas em novas aprendizagens;
- Relacionamento cooperativo entre aluno-professor;
- Colaboração aluno-professor no planejamento;
- Avaliação mútua aluno-professor;
- Avaliação aluno-professor para redesenhar atividades de aprendizagem; e
- Atividades experienciais. Essas características sugerem que a aprendizagem é um esforço cooperativo entre professor e aluno. Uma perspectiva pela interação entre os componentes do processo de ensino-aprendizagem é a aprendizagem experiencial de David Kolb.

Teoria da aprendizagem experiencial de Kolb (Kolb, 2015), (Steele, 2023), descreve um modelo cíclico em quatro estágios, os quais apresentam etapas de experiência concreta, observação reflexiva, conceituação abstrata e experimentação ativa, a forma conhecida como ciclo de vida da aprendizagem. O processo de aprendizagem pode iniciar em qualquer ponto, porém o mais frequente é ser iniciado na experiência concreta. O ciclo pode ser observado na Figura 1, com a passagem de estágios e apropriação de conteúdos até a formação de conceitos e aplicação das teorias abordadas.

**Figura 1.** Ciclo de Kolb para aprendizagem experiencial.



**Fonte:** Adaptado de Steele (2023, p. 24).

O ciclo de Kolb visualizado na Figura 1 pode ser ilustrado da seguinte forma. Iniciando por uma experiência concreta, pode-se tomar um aluno que, baseado em conhecimentos teóricos, realiza medições em um sistema de forma repetitiva. Essas medições podem levá-lo a observar tendências, padrões que se repetem. Ao realizar as observações ele ganha experiência e passa para o estágio da observação reflexiva. Depois de recolhidos os resultados, ou seja, o entendimento de como é que os dados correspondem ao que se sabe, pode levar o aluno ao estágio de conceituação abstrata. O conhecimento de aulas e livros são avaliados e considerados, essa é fase de conceituação abstrata, à medida que o aluno tenta compreender o que está ocorrendo a partir de um modelo teórico, o que promove um ganho de conhecimento. A partir da combinação de uma compreensão teórica com os dados recolhidos, novas experimentações podem ser consideradas, que é a fase de experimentação ativa, e o conhecimento é transformado e apreendido, o que poderá levar a outra experiência, que se torna outra experiência concreta e o ciclo pode agora ser repetido.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa é composta pela pesquisa bibliográfica sobre a educação de adultos, com a abordagem do método da aprendizagem experencial de Kolb, de caráter descritivo e exploratório, com aspectos quantitativos e qualitativos como indicado por (Bairagi; Munot, 2019), indicando que:

- A pesquisa descritiva procura descobrir as características, comportamentos ou padrões particulares de um grupo específico, procurando obter resultados de forma preditiva para compreender as características diferentes/incomuns ou comportamentos despercebidos, procurando descrever os motivos e as observações;

- A pesquisa exploratória procura verificar a possibilidade de pesquisa em determinado domínio ou área. Um estudo em pequena escala é feito para decidir o escopo adicional de avanço no domínio. Dependendo dos resultados do estudo exploratório, o

domínio é mais explorado para pesquisas aprofundadas sobre o tópico específico. Estudos exploratórios também são realizados para desenvolver, refinar e testar procedimentos, políticas e ferramentas;

- A pesquisa qualitativa trata principalmente da qualidade ou dos tipos de parâmetros considerados para a pesquisa, o foco é no indivíduo. A pesquisa quantitativa envolve medições de quantidades de características que podem ser usadas como recursos para o estudo de pesquisa; e

- A pesquisa qualitativa utiliza análise estatística dos valores dos parâmetros. Quantidades estatísticas que podem ser medidas estão envolvidas na pesquisa quantitativa.

A pesquisa pode ser dividida nas seguintes partes:

- Pesquisa bibliográfica especializada sobre os laboratórios de pesquisa e sua importância na Iniciação Científica, Iniciação Tecnológica e na Extensão;

- Levantamento de dados foi realizado dos alunos foi realizado junto a direção do curso de graduação em Engenharia de Computação, dos laboratórios de pesquisa vinculados ao curso, e da Pró-reitora de Extensão da UEMA, e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) avaliando os discentes participantes, o número de bolsas concedidas pela instituições de fomento, as quais são a UEMA a FAPEMA e o CNPq, no período de 2019 a 2023.

- Avaliação dos resultados da realidade das bolsas e projetos, considerando as informações dos editais de Iniciação Científica, Iniciação Tecnológica e Extensão, procurando avaliar de forma quantitativa e qualitativa os dados levantados, e procurando pontos de contato explicativos e descritivos dos fenômenos observados de acordo com a teoria da aprendizagem experencial de David Kolb.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

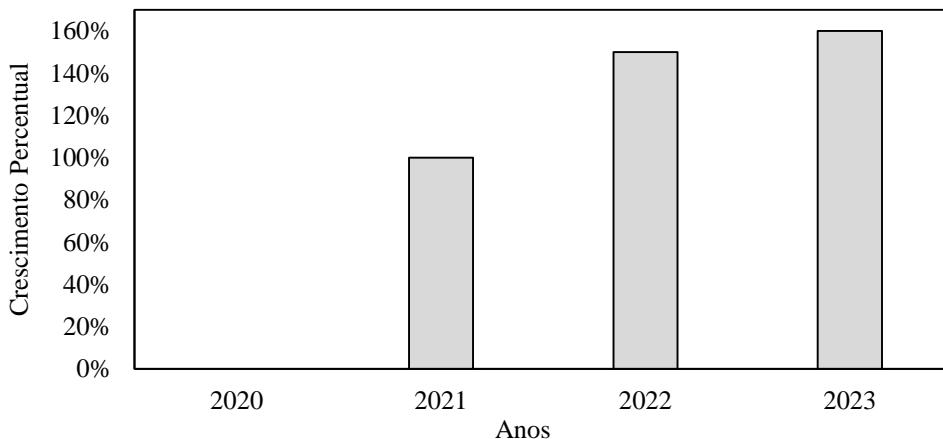
Os dados do Curso de Engenharia de Computação indicam que no período letivo de 2023.1 havia 200 alunos ativos, com entradas dos anos de 2011 a 2023, com 86% masculino e 14% feminino, e os número dos discentes ativos por ano em percentual podem ser observados na Tabela 2. O percentual de alunos que estão dentro do prazo dos cinco anos para conclusão do curso é de 87%, e mesmo considerando os anos letivos atingidos pela pandemia, 2020-2021, indica que os discentes encontram-se em sua maioria dentro do limite de tempo para formação. A participação feminina apresenta um crescimento significativo, saindo de uma aluna em 2020 para treze alunas em 2023, um crescimento de 160%, com pode ser visualizado na Figura 2.

**Tabela 2.** Discentes por ano com dados de 2023.

Anos	2011-2018 Quantidade e	2019-2023 Quantidade	2011-2018 Percentual	2019-2023 Percentual
Discentes	35	165	13%	87%

**Fonte:** Coordenação do curso de bacharelado em Engenharia de Computação – UEMA.

**Figura 2.** Variação percentual da participação feminina no curso de Engenharia de Computação-UEMA de 2020 a 2023



**Fonte:** Coordenação do curso de bacharelado em Engenharia de Computação – UEMA.

O curso de Engenharia de Computação possuí onze laboratórios de pesquisa, nos quais em 2023, cinco são institucionalizados e um está em processo de institucionalização

além de cinco laboratórios que entraram no processo para institucionalização, e contam com a participação de cento e trinta e dois alunos, do corpo docente do curso, como pode ser observado na Tabela 3. Pode-se observar que pelo menos 67,5% dos alunos ativos estão atuando em algum laboratório de pesquisa, com um total de quarenta e nove bolsistas, distribuídos em bolsas de Iniciação Científica, Iniciação Tecnológica, extensão e ainda outros dois alunos com bolsa de monitoria, e deste total trinta e seis estão vinculados a laboratórios de pesquisa.

Os laboratórios de pesquisa operam com pesquisas diversas, com as seguintes denominações:

- Laboratório de Inteligência Computacional e Programação – LINCPProg, fundado em 06/04/2021, que atua nas áreas de Inteligência Computacional, Análise de Dados, Mineração de Texto e Desenvolvimento de Sistemas aplicados;

- Laboratório de Análise e Processamento de Sinais – LAPS, fundado em 05/2015, que atua na análise de sinais biológicos, processamento de linguagem natural, filtros adaptativos, aprendizado de máquina, modelagem estatística e sensores de ondas acústicas;

- Laboratório de Eletromagnetismo Aplicado – LEA, fundado em 10/01/2023, que atua em parceria com o LAPS, no desenvolvimento de dispositivos eletromagnéticos, Internet das Coisas aplicada a robótica, rede de sensores sem fio e a segurança dessas redes, beneficiamento do coco babaçu, e o desenvolvimento de sistemas;

- Laboratório de Experimentos Elétricos – LABEXPE, fundado em 08/2022, atua com pesquisas nas áreas de instrumentação eletrônica, eletricidade e aplicação da eletricidade, energias e energias renováveis e áreas de perícia elétrica;

- Laboratório de Controle Inteligente e Automação de Processos Industriais – LAICOPI, fundado em 03/2023, tem como foco a pesquisa em automação industrial e inteligência computacional, aplicada à Indústria 4.0 buscando desenvolver competências da Engenharia de Computação aplicada à indústria;

- Laboratório de Telecomunicações – LabTelecom, fundado em 01/06/2021, atua na simulações com canais de rádio móvel, análise de desempenho de rede, testes de topologia e conectividade de rede de dados, e análise e implementação de serviços VoIP no campus da UEMA;

- Laboratório Inteligente de Inovação Tecnológica - Smart Lab, atuando desde Janeiro 2023 em pesquisas nas de telecomunicações, eletromagnetismo aplicado, sistemas de comunicações móveis, TV digital, antenas e propagação;

Laboratório de Desenvolvimento de Software – Dev-Lab, atuando desde 2024 com o desenvolvimento de sistemas sócio-técnicos em geral, utilizando técnicas de engenharia de software e arquiteturas modernas;

Laboratório de Computação Colaborativa – LCC, atuando desde 2020, na aprendizagem apoiada por computação e informática aplicada a educação;

Laboratório de Simulação e Computação Científica, que teve seu início em 2014, atua na pesquisa aplicadas em soluções de problemas numéricos em engenharia.

Na Tabela 3 podem ser observados os laboratórios do curso de Engenharia de Computação do CCT/UEMA com a indicação do número de graduandos, pós-graduandos, bolsistas e o total de discentes atuantes. Os bolsistas da graduação estão distribuídos no programas de PIBIC, PIBIT, Extensão e monitoria de disciplinas.

**Tabela 3.** Participantess de laboratórios e de Bolsistas de Pesquisa do Curso de Engenharia de Computação

Laboratório	Graduandos Voluntários	Bolsistas de PIBIC, PIBIT, Extensão e Monitoria	Total de Discentes
LINCProg	14	12	26
LAPS	12	6	22
LEA	17	9	30
LABEXPE	4	3	7
LAICOPI	4	2	6
LabTelecom	15	1	21
Smart Lab	7	3	10
Dev-Lab	5		
LCC	0	0	0
Laboratório de Simulação e Computação Científica	8	0	
Sem laboratório	0	13	13
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>49</b>	<b>135</b>

**Fonte:** Coordenação dos laboratórios de pesquisa do curso de Engenharia de Computação – UEMA.

Na Figura 3, pode ser observado o crescimento do número de bolsistas e de voluntários em pesquisa do curso de Engenharia de Computação – UEMA, Figura 1(a), e com a comparação da variação percentual dos participantes entre os anos de 2023-2021 e de 2023-2022, no qual pode ser observado o total de alunos envolvidos na pesquisa duplicaram em 2023, havendo um maior engajamento. A maior participação dos alunos pode estar relacionada a dois fatores:

- Primeiro houve nos anos de 2019-2020 a implementação da nova grade curricular, na qual foi reorganizado o número de disciplinas, adequando a carga horária de 4290 horas para 3870 horas, uma redução de 10%, o que permitiu o incremento dos alunos em atividades complementares, além das disciplinas em sala de aula (PPC, 2015), (PPC, 2020).

- O segundo fator foi o início de laboratórios de pesquisa, os quais procuram desenvolver projetos vinculados às necessidades da instituição e de empresas públicas e privadas, com projetos de fomento subsidiados principalmente pela FAPEMA. Um fator que deve ser levado em consideração foi a pandemia da COVID 19, a qual teve forte influência no desenvolvimento de projetos e na participação presencial dos alunos em laboratórios, impactando principalmente entre os anos de 2021 e 2022, com a maior queda no ano de 2022, considerando todo o trauma e o medo causando pela situação de saúde física e psicológica do corpo discente e docente, além das condições socioeconômicas.

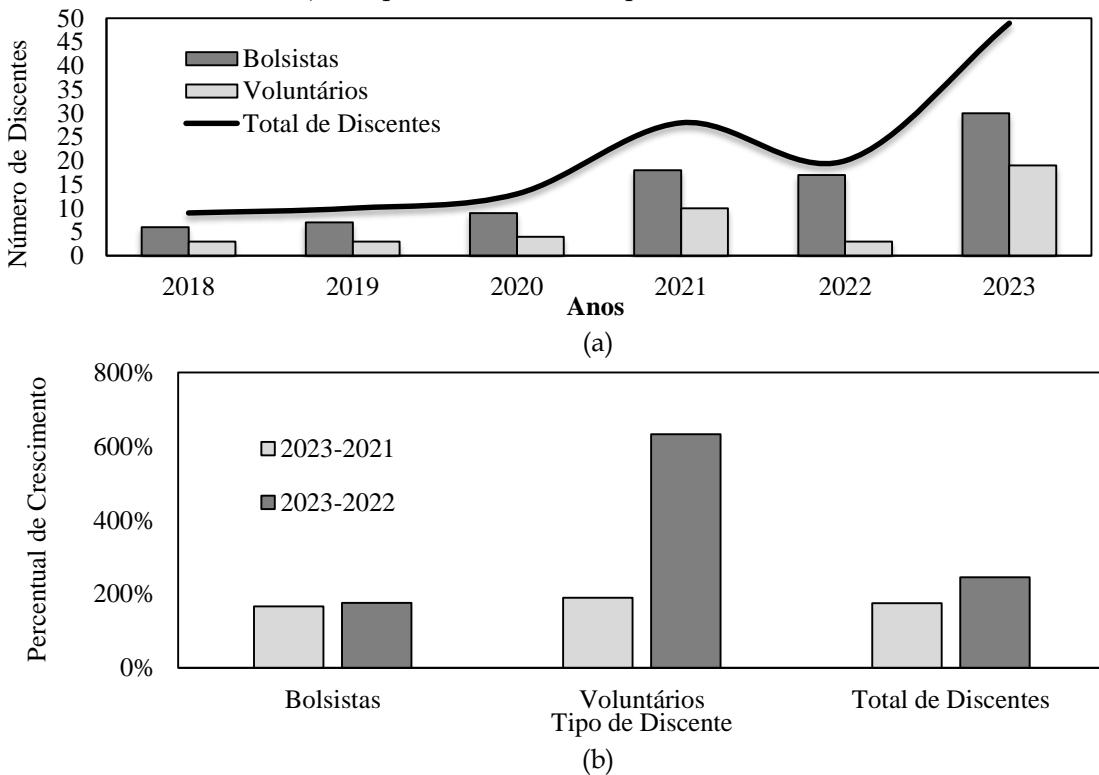
Um ponto que deve ser considerado na reforma do curso foi a retirada das disciplinas de 30 horas de laboratório prático, seguindo a Resolução N.º 1369/2019-CEPE/UEMA, que recomendavam incorporação das disciplinas e laboratório às convencionais. Outros fatores que influenciaram a retiradas das disciplinas de laboratório de ensino da grade curricular foram: a falta de equipamentos para execução de práticas das disciplinas; a falta de local apropriado, laboratórios de ensino com o mínimo de estrutura para realização das aulas; e a disponibilidade de ferramentas *on-line* gratuitas como o TinkerCad, SimuleID, Multisim, AutoCad Web, dentre outros, para as atividades práticas das disciplinas. Uma possível mudança na realidade do curso foi iniciada com a entrega do novo prédio da Engenharia de Computação em setembro de 2022, que conta

com um laboratório com vinte e cinco computadores com acesso à Internet e os programas necessários a diversas disciplinas. Outra tentativa de melhoria foi a formação do Laboratório de Eletrônica e de Circuitos Elétricos em 2023, nos quais foram aproveitados dispositivos para uso de aulas de laboratório das disciplinas de Eletrônica Analógica, Eletrônica Digital, Eletromagnetismo, Circuitos Elétricos, Processamento Digital de Sinais, etc.

Uma forma de abordar a importância e participação dos discentes em laboratórios é a avaliação das reprovações nas disciplinas do curso. Na Figura 4, pode ser observada a variação do percentual de aprovados e reprovados no período de 2018 a 2023. Um fator importante a ser considerado foi a pandemia da COVID 19, o que pode explicar o aumento da taxa de reprovação entre os anos de 2021 e 2022, com o aumento da taxa de aprovação em 2023, chegando a 75%. A partir dos dados pode-se avaliar que aprovação nas disciplinas segue em linha crescente com o crescimento do número participantes em projetos de pesquisa. Uma forma de compreender o fenômeno está nas regras para a outorga de bolsas pelos editais do PIBIC, PIBIT, Extensão e Monitoria. Para que os alunos possam receber as bolsas existem alguns pontos que devem ser respeitados (PPG, 2024), (MARANDÚ, 2024):

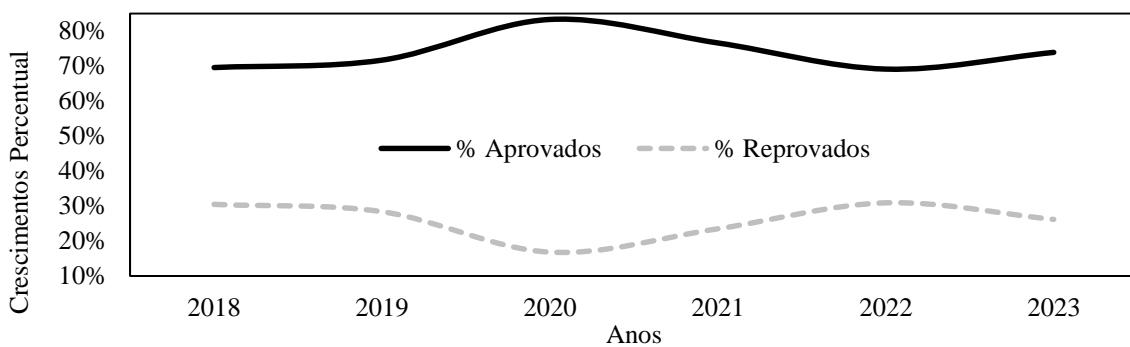
- Os bolsistas e voluntários não podem ter mais de três reprovações em disciplinas não recuperadas;
- Os bolsistas não podem perder nenhuma disciplina durante o período da bolsa;
- Os bolsistas precisam ter o coeficiente de rendimento acima de 7,0.

**Figura 3.** Participação de discentes em projetos como bolsistas e voluntário 2018 a 2023: a) Total de bolsistas; b) Comparaçao da variação percentual 2023-2021 e 2023-2022



**Fonte:** Coordenação dos laboratórios de pesquisa do curso de Engenharia de Computação – UEMA, com dados da Pró-reitoria de Graduação e de Pós-graduação da UEMA e Agência Marandú-UEMA (PPG, 2024), (MARANADU, 2024).

**Figura 4.** Participação de discentes em projetos como bolsistas e voluntário 2018 a 2023: a) Total de bolsistas; b) Comparaçao da variação percentual 2023-2021 e 2023-2022



**Fonte:** Coordenação dos laboratórios de pesquisa do curso de Engenharia de Computação – UEMA.

Essas regras reforçam a importância da dedicação do discente às aulas para cumprir o que é exigido por cada disciplina. Este fato está diretamente relacionado ao aprendizado experencial de Kolb, pois com os projetos dos laboratórios de pesquisa, os

alunos tem a possibilidade de interação de melhor apropriação dos conteúdos teóricos, com a prática da experimentação, repetição, aprendizado e apreensão de novo conhecimento.

A partir dos trabalhos de Iniciação Científica e Extensão realizados nos laboratórios obtiveram publicações, com cinco capítulos de livros, um artigo em anais de congresso nacional e uma patente, somando ao todo sete publicações, o que motiva os alunos a continuarem a pesquisa, percebendo a importância dos resultados obtidos, e proporcionando um contato importante com a realidade acadêmica, com a escrita e defesa dos projetos executados.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste trabalho foi desenvolvida uma pesquisa sobre a importância dos laboratórios de pesquisa no desenvolvimento dos projetos de Iniciação Científica e de Extensão, no curso de graduação de bacharelado em Engenharia de Computação da Universidade Estadual do Maranhão. A pesquisa abordou a participação dos graduandos como bolsistas e voluntários, atuando nos laboratórios de pesquisa vinculados ao curso de graduação em Engenharia de Computação, utilizando como referencial teórico o modelo de aprendizagem experiencial de Kolb. Na pesquisa foram utilizados os dados de alunos ativos do curso, e os participantes de projetos de pesquisa e extensão nos anos de 2018 a 2023. A partir dos resultados obtidos foi possível observar que a partir de 2021 houve maior participação dos alunos em laboratórios de pesquisa, nos quais 67,5% dos alunos ativos são bolsistas e voluntários, e na comparação dos anos de 2023 com os anos de 2021 e 2022, pode ser observado um crescimento 200% no total de discentes participantes, o que representa um crescimento na motivação dos alunos para participação em pesquisa, e repercutiu positivamente na apreensão de conhecimentos, e na validação dos conteúdos teóricos abordados em sala de aula. A partir dos projetos de Iniciação Científica e Extensão obtiveram resultados significativos, os quais renderam publicações, ao todo foram sete publicações em 2023, com cinco capítulos de livros, um

artigo em anais de congresso nacional e uma patente. O modelo cíclico de observação, teste, confirmação e aprendizagem com apropriação de novos conhecimentos, é abordado pelo ciclo de Kolb, o que pode ser utilizado como forma de entendimento para o fenômeno da participação dos alunos nos projetos dos laboratórios de pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao curso de bacharelado em Engenharia de Computação, a Universidade Estadual do Maranhão, a PPG/UEMA, a Marandú, CNPq/CAPES, PRONEX e a FAPEMA, por seu apoio e contribuição ao desenvolvimento, o qual sem o apoio, este projeto não seria alcançado.

## REFERÊNCIAS

BERNHARD, J. Learning in the laboratory through technology and variation: A microanalysis of instructions and engineering students' practical achievement. In: **1<sup>st</sup> World Engineering Education Flash Week**, p. 1-8, 2011.

BRASIL. **Bolsas por Quotas no País**. RN-017/2006. CNPq, 2018. Disponível em: [http://memoria2.cnpq.br/web/guest/view/-/journal\\_content/56\\_INSTANCE\\_0oED/10157/100352](http://memoria2.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/100352). Acesso em: 24 jan. 2024.

BRASIL. **Conjunto de Dados**. CNPq, 2023. Disponível em: [https://dadosabertos.cnpq.br/pt\\_BR/dataset/](https://dadosabertos.cnpq.br/pt_BR/dataset/). Acesso: 20 jan. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394compilado.htm). Acesso em: 20 jan. 2024.

CNE/CES. Resolução CNE/CES 7/2018. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de dezembro de 2018. Disponível em: [https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE\\_RES\\_CNECESN72018.pdf](https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNECESN72018.pdf). Acesso em: 10 fev. 2024.

EASTLAKE, C. N. Tell me, I'll forget; show me, I'll remember; involve me, I'll understand (The tangible benefit of labs in the undergraduate curriculum). **Proceedings ASEE Annual Conference**, ASEE, Washington, 1986, p. 420.

Engenharia de Computação. **Engenharia de Computação Bachareladoado - CCT**, 2022. Disponível em: <https://www.prog.uema.br/engenharia-da-computacao-bachareladoado-cct/>. Acesso em: 26 jan. 2024.

FAPEMA. **Institucional**, 2021. Disponível em: <https://www.fapema.br/institucional/>. Acesso em: 28 jan 2024.

FEISEL, L. D.; ROSA, A. J. The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. **Journal of Engineering Education**, p. 121-130, 2005.

GROSS, R. **Psychology: The Science of Mind and Behaviour**, 7<sup>th</sup> Ed. London: Hodder Education, 2015.

IDINHEIRO. **Calculadora Correção de Valores por Índice**. 2023. Disponível em: <https://www.idinheiro.com.br/calculadoras/calculadora-correcao-de-valor-por-indice/>. Acesso em: 24 jan. 2024.

ILLERIS, K. **Teorias Contemporâneas da Aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 2013.

KOLB, D. A. **Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development**, 2<sup>th</sup> ed. New Jersey: Person, 2015.

KRIVICKAS, R. V.; KRIVICKAS, J. Laboratory Instruction in Engineering Education. **Global Journal of Engineering Education**, v. 4, p. 191-196, 2007.

KNOWLES, M. S.; HOLTON, E. F.; SWANSON, R. A. **The Adult Learner: The Definitive Classic in Adult Education and Human Resource Development**, 6<sup>th</sup> ed. London: Elsevier, 2005.

LAIRD, D. **Approaches to Training and Development**, 3<sup>th</sup> ed. Cambridge: Perseus Publishing, 2003.

MERRIAM, S. B.; CAFFERELLA, R. S. **Learning in Adulthood: A Comprehensive Guide**. San Fransisco: Jossey-Bass, 1999.

MARANDÚ. Marandú Agência de Inovação e Empreendedorismo. PIBIT, 2024. Disponível em: <https://marandu.uema.br/pibiti/>. Acesso em: 06 fev. 2024.

Paulo Fernandes Silva Junior, Ewaldo Eder Carvalho Santana, Mauro Sérgio Silva Pinto, Carlos Magno Sousa Júnior, Gabrielle Muniz Fernandes, Jayne Muniz Fernandes, Janaína da Silva Muniz Fernandes, Fernando Lima de Oliveira, Pedro Brandão Neto, José Pinheiro de Moura, Raimundo Carlos Silvério Freire

**MURTH, D. N. P.; PAGE, N. W. *Education and Research for Future: Engineering as an Illustrative Case*.** Chan: Springer, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-29685-7>

**OKOJIE, M. C. P. O.; BOULDER, T. C. *Advances in Higher Education and Professional Development*.** Hershey: IGI Global, 2020.

**PISILLOS, D.; NIEDDERER, H. *Science and Technology Education Library*.** New York: Kluwer Academic Publishers, 2003.

PPC. Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual do Maranhão. UEMA Portaria nº 11/2019, 2020.

PPC. Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual do Maranhão. UEMA, 2015.

PPG. Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação. PIBIC/UEMA – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, 2024. Disponível em: [https://www.ppg.uema.br/?page\\_id=2524](https://www.ppg.uema.br/?page_id=2524). Acesso em: 07 de fev. de 2024.

RESOLUÇÃO N.º 1369/2019-CEPE/UEMA, 2019. Disponível em: <https://www.prog.uema.br/wp-content/uploads/2015/03/Resolução-nº-1369-2019---CEPE-UEMA.pdf>. Acesso em: 12 de fev. de 2024.

**STEELE, A. L. *Experiential Learning in Engineering Education*.** London: CRC Press, 2023. DOI: 10.1201/9781003007159

UEMA. Universidade Estadual do Maranhão. Plano de Desenvolvimento Institucional 2021-2025. São Luís, 2022.

WANKAT, P. C.; OREOVICS, F. S. **Teaching Engineering**, 2<sup>nd</sup>. McGraw Hill, 2015.