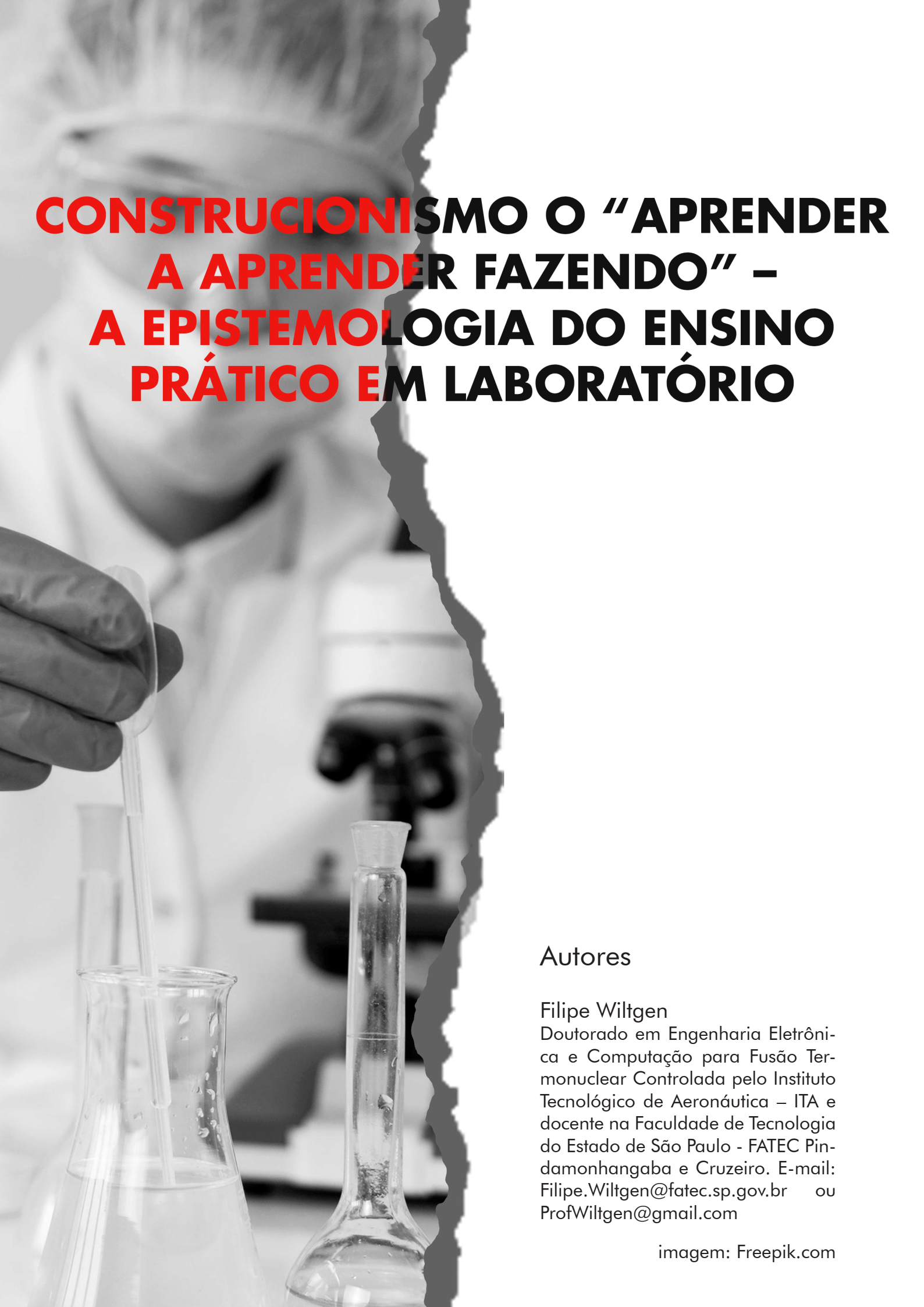




CONSTRUCIONISMO O “APRENDER A APRENDER FAZENDO” – A EPISTEMOLOGIA DO ENSINO PRÁTICO EM LABORATÓRIO

Autores

Filipe Wiltgen

Doutorado em Engenharia Eletrônica e Computação para Fusão Termonuclear Controlada pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA e docente na Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo - FATEC Pindamonhangaba e Cruzeiro. E-mail: Filipe.Wiltgen@fatec.sp.gov.br ou ProfWiltgen@gmail.com

imagem: Freepik.com

RESUMO

Há muitos anos (mais de 35 anos) observando e praticando disciplinas em laboratório, além de conduzir experimentos de desenvolvimento na indústria, é possível notar a virtude do ensino prático. A percepção e a constatação da construção “da ponte” do conhecimento teórico-prático é sem dúvida uma proposição frutífera para o aprendizado. Tornar possível ao estudante a verificação da teoria na prática permite ao mesmo elaborar perguntas e obter respostas sólidas a questionamentos que facilita consolidar o conhecimento. Ao fornecer subsídios para que possam ser testados seus conhecimentos prévios explicita os pensamentos, e permite ao estudante resgatar a responsabilidade com maturidade, necessária para se tornar o protagonista no seu aprendizado. Mecanismos primitivos da manipulação de objetos e ferramentas, tal como a escrita, permitem arquitetar no cérebro uma forma consistente de forjar o conhecimento em aprendizagem. Toda oportunidade de testar conhecimentos teóricos na prática é sempre surpreendente, mesmo e principalmente, quando os resultados não são como o esperado. O Construcionismo proposto pelo Prof. Seymour Papert, é um caminho para o “aprender a aprender fazendo”, permite observar o desenvolvimento do estudante ao longo da construção do conhecimento prático apoiado pelo conhecimento teórico. Fortalece sem dúvida todas as disciplinas que possuem mecanismos de aprendizagem em laboratórios. A construção de protótipos, a elaboração de projetos, e a formulação de teses são sementes espalhadas em solo fértil. Entender a composição de aptidões é parte importante da formação da aprendizagem, neste ínterim nota-se a visão das múltiplas inteligências do Prof. Howard Gardner, que permite distinguir a composição única de cada indivíduo e suas vocações naturais. O que distingue o direcionamento do conhecimento para obter o aprendizado, principalmente quando incentivado na prática. No decorrer deste artigo serão apresentados os fatos decorrentes deste entendimento, e serão discutidas propostas e perspectivas para o entendimento do conceito de “aprender a aprender fazendo”.

Palavras-chave: Construcionismo. Múltiplas Inteligências. Conhecimento e Aprendizado Prático. Laboratórios. Protótipos.

ABSTRACT

For many years (more than 35 years) observing and practicing subjects in laboratory, in addition to conducting development experiments in industry, it is possible to note virtue of practical teaching. The perception and observation of construction of “the bridge” of theoretical-practical knowledge is undoubtedly a fruitful proposition for learning. Making it possible for student to verify theory in practice allows them to ask questions and obtain solid answers to questions that help consolidate knowledge. By providing support so that their prior knowledge can be tested, it makes thoughts clear, and allows student to regain responsibility with maturity, necessary to become protagonist in their learning. Primitive mechanisms for manipulating objects and tools, such as writing, allow brain to create a consistent way of forging knowledge in learning. Every opportunity to test theoretical knowledge in practice is always surprising, even and es-

pecially when the results are not as expected. Constructionism proposed by Prof. Seymour Papert, is a path to “learning to learn by doing”, allows you to observe student’s development throughout construction of practical knowledge supported by theoretical knowledge. It undoubtedly strengthens all disciplines that have learning mechanisms in laboratories. The construction of prototypes, elaboration of projects, and formulation of theses are seeds spread in fertile soil. Understanding composition of skills is an important part of formation of learning, in meantime vision of multiple intelligences of Prof. Howard Gardner, which allows us to distinguish unique makeup of each individual and their natural vocations. What distinguishes direction of knowledge to obtain learning, especially when encouraged in practice. Throughout this paper, facts resulting from this understanding will be presented, and proposals and perspectives for understanding the concept of “learning to learn by doing” will be discussed.

Keywords: Constructionism. Multiple Intelligences. Knowledge and Practical Learning. Laboratories. Prototypes.

INTRODUÇÃO

Unir a prática a teoria é sempre um desafio salutar, pois mesclar técnicas que efetivamente geram conhecimento implícito é a receita para obter a aprendizagem factível aos estudantes. Conduzir processos na prática tanto na indústria quanto na ciência é parte integrante e fundamental no dia-a-dia profissional.

Planejar, executar, construir, testar, experimentar, medir, funcionar, são uma parte muito importante para o aprendizado tácito. Construir um caminho que permita ajustar a teoria à prática é uma tática inteligente para encurtar o processo de aprendizagem. Não é à toa que a indústria conduz treinamentos práticos para seus funcionários, isso foi percebido em 1911 com os processos de administração científica do engenheiro mecânico americano Frederick Taylor, que depois ficou conhecido como Taylorismo.

Na formação acadêmica e científica, os laboratórios sempre foram uma forma eficiente de realizar experimentações científicas importantes, as quais o ambiente precisa ser controlado a fim de que possam ser mantidas as condições ideais para obter os resultados científicos esperados.

Produzir e conduzir os experimentos em equipamentos dedicados a utilização em laboratórios ajudam na aprendizagem tanto quanto construir protótipos. O sucesso científico de laboratórios permitiu sua utilização também na formação de novos pesquisadores, estudantes recém-formados iniciando as pesquisas científicas. Novamente o uso dos laboratórios se mostrou um sucesso e isso progrediu para a construção de ambientes laboratoriais educacionais (laboratórios didáticos) para a formação profissional de estudantes fornecendo uma oportunidade única para os estudantes aplicarem o conhecimento teórico adquirido em sala de aula em situações do mundo real permitindo que os estudantes realizem experimentos, testem hipóteses, observem fenômenos naturais e pratiquem habilidades técnicas relevantes para suas áreas de estudo, e possam aprender com seus erros e fundamentar seus conhecimentos (Wiltgen, 2019; Wiltgen, 2024).

O ambiente laboratorial permite solidificar conceitos abstratos, promovendo as habilidades de resolução de problemas, e fomentando a curiosidade, preparando os estudantes para desafios futuros em suas carreiras (acadêmicas ou profissionais), sejam elas quais forem.

Foi devido a facilidade de obter sucesso na formação de competências profissionais e educacionais com a condução de experimentos realizados nestes ambientes que os laboratórios de práticas educacionais formam expandidos para quase todas as escolas no mundo. A realização de experimentos teóricos replicados na prática fundamenta de forma impactante no aprendizado, assim como no conhecimento consolidado de estudantes. A realização experimental permite

ao estudante conectar a teoria com o mundo real, realizando a importante ponte mental dos conceitos teórico-prático que permite construir conhecimento sólido.

A prática tem papel fundamental importância no processo de aprendizagem para transformar o conhecimento em sabedoria. A noção de construir e testar em laboratórios é algo rotineiro, importante e útil na indústria e nas pesquisas científicas, então é interessante também nos processos educacionais (Wiltgen, 2024).

A construção e testes em laboratórios permite o amadurecimento de ideias, e fomenta a criatividade e a iniciativa, processos que naturalmente levam a despertar interesses diversos proporcionando uma oportunidade ímpar para explorar a engenhosidade e desenvolver a capacidade de inovação, buscando soluções originais, estimulando o pensamento criativo.

A utilização de laboratórios de práticas educacionais estende o conceito importante de construcionismo o “aprender a aprender fazendo”. As vantagens de utilizar processos construcionistas decorre do fato de que o estudante é sempre estimulado e instigado a procurar por seu conhecimento, ou seja, não basta ou satisfaz nesse processo apenas as informações transmitidas pelo professor, é necessário sempre saber mais, conhecer mais e aprender mais. O que torna cíclico o conhecimento, amadurece a aprendizagem e permite gerar sabedoria (Wiltgen, 2024).

No decorrer deste artigo, será apresentada a fundamentação teórica com o entendimento das técnicas que utilizam do construcionismo, assim como, do entendimento importante das múltiplas inteligências mescladas em processos que permitem explorar o melhor de cada estudante, permitindo ao mesmo evoluir em seu conhecimento para a integração da aprendizagem. Depois será apresentada a mistura de técnicas para efetivar a aprendizagem na prática, e serão discutidos os resultados obtidos ao longo de muitos anos de aplicação destas técnicas no ensino. Por fim, serão colocadas as considerações finais a respeito da técnica de “aprender a aprender fazendo” aplicação prática do processo construcionista moderno na epistemologia do ensino em laboratório.

2 METODOLOGIA APLICADA

A metodologia aplicada é do tipo exploratória qualitativa e quantitativa baseada em estudo científico testado e aplicado na prática. De tal forma que a pesquisa permite argumentar o estudo por meio de análises e percepções qualitativas e quantitativas investigando um determinado problema apresentando hipóteses baseadas nos resultados obtidos na pesquisa aplicada para facilitar a compreensão do tema abordado.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na década de 80 surgiram duas teorias importantes que apesar de não terem relação direta, ambas têm aplicações interessantes para o processo de ensino e aprendizagem. A primeira teoria é a do Prof. Seymour Papert com o “aprender a aprender” na prática (Papert, 1986; Papert, 2020; Papert and Harel, 1991; Ackermann, 2001; Bada, 2015), usando a técnica chamada de Construcionismo utilizando a experimentação criativa do fazer.

A segunda teoria do Prof. Howard Gardner com as inteligências múltiplas (Gardner, 1995) que leva a múltiplos conhecimentos com as combinações únicas de inteligência em cada ser humano. Ambas seguem no caminho de como encontrar uma forma eficiente de transmitir o conhecimento de forma tácita e palpável que pode didaticamente ajudar na formação do conhecimento para diferentes tipos de inteligências (PEREIRA et al., 2006; Wiltgen, 2008; Wiltgen, 2021; Wiltgen, 2022 A; Wiltgen, 2022 B; WILTGEN et al., 2023).

A técnica chamada de Mãos à Obra (em inglês Hands-On) é uma forma de “aprender a aprender fazendo” que tem como base o construcionismo de Papert aliado as ideias de Gardner. Atualmente existem ferramentas computacionais de Modelagem 3D (M3D) para desenhos digitais em CAD (Computer-Aided Design ou Desenho Assistido por Computador) que se aliadas a Manufatura Aditiva (MA via impressão 3D) podem conduzir a experimentações práticas muito interessantes para a aplicação efetiva da teoria do construcionismo via a manipulação física de protótipos. Em MA é possível construir protótipos físicos reais que permitem aos estudantes desbravar uma experiência concreta de planejamento, montagem, fabricação e desenvolvimento (Wiltgen, 2019; Santana et al., 2023 A; Santana et al., 2023 B).

Esta pesquisa aborda uma forma de implementar a Manufatura Aditiva no Construcionismo usando Modelagem Didática em 3D, permitindo avançar na forma do professor conduzir o fazer para aprender, estimulando os múltiplos conhecimentos orientando o caminho a ser seguido, instigando a curiosidade, responsabilidade e a satisfação de ser o protagonista do seu aprendizado (WILTGEN, 2008; WILTGEN, 2021; WILTGEN, 2022 A).

4 MESCLANDO TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM

O conhecimento é um processo que depende muito da forma como é conduzido ao estudante. Então instigar o estudante para que possa descobrir como fazer e realizar experimentalmente as ideias é uma forma muito produtiva principalmente para os indivíduos que possuem dificuldade de visão espacial.

O processo construcionista é uma forma de implementar o aprendizado prático, e isso pode ser proporcionado pelo apoio de uma M3D que permite testar utilizando a MA na prototipação de peças e na realização de testes o que de fato

é uma forma de aplicar a técnica “mãos à obra” (Wiltgen, 2019; Wiltgen, 2023; Santana et al. 2023 A).

O processo de aprender fazendo tem significado importante na formação do conhecimento construcionista por ser uma forma de aprendizagem motora que permite ao estudante relacionar o espaço de desenvolvimento de forma temporal, estimulando seus sentidos e seus sentimentos (frustração momentânea pelo fracasso experimental, euforia momentânea pelo sucesso experimental). Isso permite a estruturação da formação cognitiva baseada em experiência pessoal (Wiltgen, 2021; Rosenblatt and Choset, 2000; Scheller et al., 2014; Santana et al., 2023 B).

Muitos são os impactos provenientes da aprendizagem da teoria sem a prática efetiva, como ocorreu no período da pandemia de 2019-2021, no qual professores e estudantes tiveram que se reinventar no processo de aprendizagem sem convívio presencial e aulas práticas reais. As disciplinas, reuniões, congressos científicos e tecnológicos tiveram que se adaptar e construir novos modelos de aprendizagem e de conteúdo, o que de fato causou um interstício de conhecimento, que vem sendo contornado desde então (Teixeira et al., 2006; dos Santos et al., 2022; MARTINS et al., 2023). Percebeu-se também o novo modelo foi apontado como um facilitador para a participação de pessoas que residem fora da área de abrangência do evento, o que de fato se tornou um processo praticado até então em muitas reuniões e congressos. Entretanto, ficou claro que havia a perda de contato físico e interação pessoal, e isso sem dúvida é algo a ser pensado.

O uso da prática no processo de aprendizagem é algo muito utilizado ao longo dos anos, a parte prática estimulada com o envolvimento do estudante fortalece a aprendizagem, e assim, desperta e amplia o interesse pelo conhecimento teórico (Ackermann, 2001; Ahlgren and Verner, 2002; Anwar et al., 2019).

Com o aprendizado prático o estudante consegue atingir níveis consideráveis de senso crítico, autoconfiança e condições de unir teoria e prática na evolução da consciência de um melhor aprendizado com a finalidade de gerar conhecimento implícito.

Pode-se ler diversos livros e manuais sobre como andar de bicicleta, porém é apenas no momento em que se sentar em uma bicicleta e tentar andar se equilibrando é que a “mágica” da teoria com a prática se torna movimento em equilíbrio dinâmico, mesmo que seja no primeiro tombo, o que é um fato e sustenta a importância da prática no processo construtivo do aprendizado (Wiltgen, 2021; Martins et al., 2023).

5 RESULTADOS DOS EXPERIMENTOS CONSTRUCIONISTAS

Ensinar e aprender são sem dúvida um par desafiador para quem ensina e para quem aprende. É importante para quem ensina utilizar estratégias motivadoras para aplicar em quem aprende, isso se aplica entre professor e estudante, mestre e discípulo e principalmente em você para você mesmo (Wiltgen, 2021).

Neste caso particular o desafio é ensinar a aprender a aprender, mas fazendo, ou seja, tornando o aprendizado um processo cognitivo completo do tipo construcionista que permite sedimentar o conhecimento teórico e prático baseado na construção física de um protótipo experimental (Wiltgen, 2019).

Implementar tantas outras ferramentas de diversas aplicações como a Multidisciplinaridade (disciplinas que existem no mesmo lugar), Interdisciplinaridade (disciplinas do mesmo lugar que dialogam entre si) e a Transdisciplinaridade (disciplinas que dialogam entre si, mas interagem com outras de diferentes lugares de tal forma a se tornarem uma única), devem e podem ser um diferencial nas técnicas construcionistas adotadas para aplicações práticas em laboratório, ou mesmo, para desenvolvimentos de protótipos mais elaborados e com viés inovador.

A ideia é utilizar uma disciplina que possa ter caráter multidisciplinar, interdisciplinar e/ou transdisciplinar que permita integrar em um projeto diversos conhecimentos diferentes e interdependentes que realizam a formação cognitiva ampla, indo de encontro com o que hoje vem sendo chamado de projeto integrador, pode ser tanto motivador, quanto desafiador estimulando e objetivando alcançar a autoaprendizagem (Alvargonzalez, 2011; Ancheva, V. and Voinohovska, 2019; Schmalz et al., 2019; Von Wehrden et al., 2018).

A ideia de que em um determinado projeto, possa agregar conhecimento teórico de várias disciplinas, e mesmo assim, permitir a aprendizagem prática possibilita exercitar as habilidades espaciais, físicas e temporais. O impacto causado na primeira aula é naturalmente absorvido, e na maioria dos casos, de imediato. Quase sempre isso inflama a criatividade e a competitividade salutar dos estudantes. O estudante para realizar de forma eficaz o propósito destas disciplinas, mirando em um aprendizado construcionista com integração de disciplinas e estimulando a individualidade de inteligência, que seja capaz de transpor sua bagagem teórica em uma aplicação física real a ser construída e testada (Wiltgen, 2008; Wiltgen, 2021; Wiltgen, 2022 B).

Durante estes últimos anos os resultados obtidos com a aplicação do ensino de robótica utilizando o construcionismo, mostrou-se muito proveitoso, tanto na compreensão da disciplina, quanto na motivação dos estudantes em dar prosseguimento em seus estudos.

Um experimento conduzido com construcionismo no ensino médio foi re-

alizado em 2015 como a construção de um laboratório de robótica para uma disciplina extracurricular. A disciplina de robótica prática teve sucesso em tarefas misturando estudantes de todas as séries do ensino médio em diferentes equipes. Ao contrário do que acontecia com os jovens adultos da graduação em engenharia, esses estudantes utilizavam uma plataforma de robótica pronta educacional da Lego®, ambos módulos microcontrolados NXT e EV3 com programação baseada em blocos lógicos que permitiam o uso de vários tipos de sensores e atendeu de forma simples, as necessidades de cada equipe. O objetivo proposto após as aulas teóricas foi desenvolver seus próprios robôs, seja com rodas grandes, rodas pequenas e até esteiras (Wiltgen, 2008; Wiltgen, 2019; Wiltgen, 2021; Wiltgen, 2022 A; Wiltgen, 2022 B; Wiltgen, 2022 C; Wiltgen, 2022 D).

Nessa abordagem no ensino médio, foram ministradas várias aulas sobre robôs, programação em blocos Lego® e tipos de robôs, assim como, a aplicação de sensores e seus princípios de funcionamento, além de motores elétricos e outros dispositivos (Weinberg et al., 2001; Rawat and Massiha, 2004).

Foi proposto para cada equipe construir dois tipos de robôs, o primeiro robô do tipo seguidor de faixa autônomo e o segundo robô do tipo navegação autônoma, ambos competindo em pistas (seguidores de faixa) ou em labirintos (navegação). Essas máquinas competiam entre si, em melhor tempo quando estava em pistas, ou seja, o algoritmo de controle deveria privilegiar o tempo de percurso do robô autônomo. O outro robô de navegação autônoma executava a tarefa de percorrer um labirinto muito semelhante aos usados pelos estudantes de engenharia. O maior desafio é quando todos os robôs são do tipo autônomos, e assim, uma vez conectados devem ser capazes de encontrar seu caminho na faixa ou a saída do labirinto sozinhos, por tentativa e erro, realizando manobras difíceis baseadas nos dados dos sensores em labirintos especialmente projetados para terem reduzidas áreas de manobra.

Os resultados destes testes mostraram-se consistentes com os realizados na graduação. Foi verificada uma grande motivação no aprendizado destes estudantes. Isso pode ser interpretado como um gatilho importante na formação de estudantes do ensino médio. Neste caso, todos estudantes seguiram em seus estudos de graduação cada qual formado em uma área distinta do saber, medicina, advocacia, engenharia, entre tantos outros (WILTGEN, 2008; WILTGEN, 2021; WILTGEN, 2022 B).

Algo similar ocorreu muitos anos antes (~20 anos) com os estudantes de graduação em engenharia, houve um aumento progressivo do interesse nas turmas de 2005 e 2006 no qual 12 estudantes optaram por fazer sua pesquisa de graduação em robótica ou automação representando cerca de ~22% do número total de estudantes. Nos anos anteriores as experimentações de construcionismo em robótica, o número de estudantes interessados em robótica e automação para

realizar pesquisas de conclusão de curso não atingia se quer ~2% do total de estudantes de cada turma (Wiltgen, 2022 B).

Durante este período de atuação na universidade do Vale do Paraíba na cidade de São José dos Campos no interior do estado de São Paulo no Brasil. Nesta universidade foi desenvolvido um laboratório de robótica e automação (LRA), no qual foram projetados e construídos cerca de ~300 robôs de todas as formas e conceitos, muitos se destacaram recebendo prêmios e levando estes estudantes à área científica de mestrado e doutorado (Wiltgen, 2008).

Uma experiência semelhante foi realizada posteriormente em uma faculdade de engenharia na cidade de Taubaté no interior do estado de São Paulo no Brasil em dois cursos simultaneamente tanto em engenharia elétrica, quanto em engenharia de controle e automação durante os anos de 2013 a 2016 (Wiltgen, 2022 B). Da mesma forma, foram realizados cursos práticos de desenvolvimento de robótica com resultados semelhantes aos obtidos quase uma década depois. A única diferença é que não existia um laboratório próprio para estas aulas e uma sala foi adaptada para realizar a tarefa de planejamento, construção e testes. De fato, a adaptação da sala quase a transformou em um laboratório não formal desta experimentação construcionista.

O número expressivo de estudantes que escolheram a área de controle, automação e robótica para o desenvolvimento do trabalho de graduação ou de conclusão de curso (TG ou TCC), em engenharia elétrica na cidade São José dos Campos nos anos de 2005 a 2007, e na engenharia elétrica e engenharia de controle e automação de Taubaté nos anos de 2013 a 2016, assim como, na experiência com ensino médio em Taubaté em 2015. Levam a perceber que todos estes experimentos que permitiram integrar os estudantes com as aplicações práticas de construcionismo moderno aplicando a técnica de aprender a aprender fazendo envolvendo o planejamento, desenvolvimento, construção e testes de protótipos robóticos deram bons resultados tanto no interesse dos estudantes no conhecimento e envolvimento com o projeto, quanto na formação acadêmica continuada destes estudantes, estimulando-os e permitindo ampliar seus conhecimentos na graduação e na pós-graduação (WILTGEN, 2008; WILTGEN, 2021; WILTGEN, 2022 B).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje uma forma simples de obter a experimentação prática, mesmo que em robótica, é realizar a prototipagem, e construir um modelo digital em 3D para depois imprimir em 3D via a manufatura aditiva. Isso de certa forma consolida o construcionismo moderno, permitindo realizar esta experimentação presencialmente em laboratório, ou até mesmo se necessário for, de forma remota com o apoio de uma equipe local de técnicos de laboratório para a realização da cons-

trução física final (Wiltgen, 2019; Teixeira et al., 2006; Martins et al., 2023).

O ensino do construcionismo prevê que o estudante seja responsável por sua aprendizagem de forma consistente, baseado na experimentação prática alimentada pela curiosidade, e incentivado e aguçado por sua própria iniciativa na descoberta de algo novo, promovendo a maturidade e a responsabilidade por seu conhecimento, dando oportunidade para surgir sua dedicação e seu empenho.

O conceito construcionista objetiva o envolvimento dos estudantes com a prática cuja intenção é relacionar o processo criativo inventivo com a construção de algo palpável e que possa trazer satisfação pessoal ao estudante, criando um vínculo cognitivo positivo entre seu auto aprendizado e seu conhecimento estruturado.

Todo aprendizado bem-sucedido leva ao conhecimento estruturado, o que na verdade ínsita a criatividade, imaginação e iniciativa, isso permite obter e transferir sabedoria.

Toda vez que a teoria e a prática se complementam, surge um conhecimento, que aliado ao tempo e a reflexão levam a se transformar em sabedoria, e isso sem dúvida alguma é o principal propósito da aprendizagem e do construcionismo moderno, a didática na prática, ou o conceito de aprender a aprender fazendo.

REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, E. Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the Difference?. Conference Constructivism: uses and perspectives in education, Geneva, September 01, p.01-11, 2001.
- AHLGREN, D.J., VERNER, I.M. An International View of Robotics as an Education Medium. International Conference on Engineering Education, Manchester, August 18-21, p.1-5, 2002.
- ALVARGONZALEZ, D. Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, Transdisciplinarity, and the Sciences. International Studies in the Philosophy of Science. v.25(04), p.387-403, 2011.
- ANCHEVA, V., VOINOHOVSKA, V. Teacher Education for Using STEM Pedagogy in the Discipline Informatics and Information Technologies. Proceedings of ICERI 2019 Conference. 11th-13th November, Seville, p.6154-6158, 2019.
- ANWAR, S., BASCOU, N.A., MENEKSE, M., KARDGAR, A. A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. J. Pre-College Eng. Educ. Res., v.9(02), p.01-26, 2019.
- BADA, S.O. Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning. OSR Journal of Research & Method in Education, v.5(06), p.66-70, 2015.
- GARDNER, H. Inteligências Múltiplas: A Teoria na Prática. Penso. 1995. 356p.
- MARTINS, T., WILTGEN, F., TEIXEIRA, B.E., DUARTE, E.A. Importância das Aulas Práticas para Minimizar Defasagens de Aprendizado. 2º SER – Seminário de Evolução e Reprovação no Ensino, 14 de setembro, Nepomuceno, p.01-02, 2023.
- PAPERT, S. Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. Cambridge. 1986.
- PAPERT, S., HAREL, I. Situating Constructionism. Centro Latino Americano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible and MIT Media Lab, p.01-17, 1991.
- PAPERT, S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. Basic Books, Revised Edition. 2020. 288p
- PEREIRA, R.F.O., FREIRE, M.L. E WILTGEN, F. (BARBOSA, L.F.W.) Robô Bípede Simples e Autônomo para o Ensino de Robótica na Prática. Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia de Controle e Automação (6º ENECA). p.01-06, 2006.

RAWAT, K.S., MASSIHA, G.H. A Hands-On Laboratory Based Approach to Undergraduate Robotics Education. IEEE 2004 International Conference on Robotics and Automation, New Orleans, April 26 - May 01, p.1370-1374, 2004.

ROSENBLATT, M., CHOSET, H. Designing and Implementing Hands-On Robotics Labs. IEEE Intelligent Systems. v.15(6), p.32-39, 2000.

SCHMALZ, D.L., JANKE, M.C., PAYNE, L.L. Multi-, Inter-, and Transdisciplinary Research: Leisure Studies Past, Present, and Future. Journal of Leisure Research. v.50(05), p.389-393, 2019.

TEIXEIRA, C.C., SANTOS, J.L., NASCIMENTO JR., C.L., WILTGEN, F. Laboratório Real Remoto Via Internet Aplicado a Robótica Móvel. X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos. p.2430-2433, 2006.

VON WEHRDEN, H., GUIMARAES, M.H., BINA, O., VARANDA, M., LANG, J.D., JOHN, B., GRALLA, F., ALEXANDRE, D., RAINES, D. WHITE, A., LAWRENCE, R.J. Interdisciplinary and Transdisciplinary Research: Finding the Common Ground of Multi-Faceted Concepts. Sustainability Science, p.1-14, 2018.

SANTANA, N., SILVA, E., SECAFIM, V.P., WILTGEN, F., TEIXEIRA, B.E. Manufatura Aditiva no Construcionismo usando Modelagem Didática em 3D. Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica de 2023 FATEC Pindamonhangaba, 08 de novembro, Pindamonhangaba, p.01-06, 2023 A.

SANTANA, N., SILVA, E., SECAFIM, V.P., WILTGEN, F., TEIXEIRA, B.E. Construcionismo Moderno – A Didática Prática. Encontro de Iniciação Científica EIC-2023 FATEC Cruzeiro, 08 de novembro, Cruzeiro, p.01-08, 2023 B.

WEINBERG, J.B., ENGEL, G.L., GU, K., KARACAL, C.S., SCOTT, R.S. WHITE, W.W., YU, X.W. A Multidisciplinary Model for using Robotics in Engineering Education. American Society for Engineering Education, Albuquerque, June 24-27, p.1-9, 2001.

WILTGEN, F. (BARBOSA, L.F.W.) A Utilização da Robótica como Ferramenta Multidisciplinar no Ensino da Engenharia Elétrica. XVII Congresso Brasileiro de Automação, 14 a 17 de agosto, Juiz de Fora, p.01-06, 2008.

WILTGEN, F. Protótipos e Prototipagem Rápida Aditiva sua Importância no Auxílio do Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 10º Congresso Brasileiro de Fabricação, 5 a 7 agosto, São Carlos, p.01-05, 2019.

WILTGEN, F. Experimentação Prática em Robótica como Instrumento de Ensino e

Aprendizagem. XXIX CINTED 2021 - Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação. p.01-10, 2021.

WILTGEN, F. Fabricação de Protótipos para Testes Experimentais. Revista de Engenharia e Tecnologia. v.14(02), p.09-22, 2022 A.

WILTGEN, F. Robótica Prática como Ferramenta Mãos à Obra no Ensino. Revista Engenharia e Tecnologia. v.14(02), p.221-233, 2022 B.

WILTGEN, F. Practical Robotics as a Hands-On Tool in Teaching. Transformacj (e-Transformation). v.4 (115), p. 72-87, 2022 C.

WILTGEN, F. Prototypes are Important. Transformacj (e-Transformation). v.4 (115), p. 109-125, 2022 D.

WILTGEN, F., MARTINS, T., TEIXEIRA, B.E. Manufatura Aditiva no Construcionismo usando Modelagem Didática em 3D. 2º SER – Seminário de Evasão e Reprovação no Ensino, 14 de setembro, Nepomuceno, p.01-02, 2023.

WILTGEN, F. A Importância dos Laboratórios na Formação Profissional dos Estudantes. Notícia publicada no Jornal Tribuna do Norte de Pindamonhangaba, edição 10.057, 28 de março, 2024.