

## DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE BRAÇO ROBÓTICO EM IMPRESSÃO 3D NA INDÚSTRIA 4.0

### 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), em 2017 nenhum estado do Brasil conseguiu atingir as metas projetadas pelo Ministério da Educação (MEC). Portanto, em resposta a essa questão, é necessário discutir a possibilidade de possibilitar a melhoria do nível educacional dessas pessoas jurídicas, proporcionando aos alunos do ensino superior um maior grau de integração entre os conceitos acadêmicos e sua aplicação cotidiana. Com o advento da Indústria 4.0, as discussões sobre inovações na produção de bens de consumo tornaram-se mais frequentes. Por isso, é de extrema importância conciliar essa mudança com o ambiente de aprendizagem, pois tal acompanhamento só agregará à vida acadêmica dos alunos. Nesse contexto, o presente trabalho tratará do ensino de robótica através da descrição detalhada do projeto do braço robótico. Neste contexto, a robótica baseia-se no conhecimento e na prática de montagem de sistemas/processos constituídos por dispositivos mecânicos/eletromecânicos. Esses mecanismos acabam se tornando anexos cognitivos para os alunos, pois podem ser usados para expor e desenvolver suas projeções e, portanto, sua inteligência. Por exemplo, o movimento de um braço robótico pode não apenas permitir que os alunos se envolvam em atividades físicas, mas também proporcionar condições para facilitar discussões entre eles, sugerindo soluções para problemas de equipamentos, como ocorrem. Diante das considerações acima, o objetivo deste trabalho é aprimorar as competências e desenvolver competências dos estudantes do ensino superior, tais como: habilidades sociais, altruísmo, objetividade, liderança e tomada de decisão. Tal propósito levou-se em consideração a observância, no qual pode constatar que muitos alunos que se formaram a pouco tempo tinham dificuldade para entrar no mercado de trabalho. Chama muito a atenção essas questões, porque todos que estão fazendo faculdade só pensam no emprego e na verba que virá depois do término do curso.

### 2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

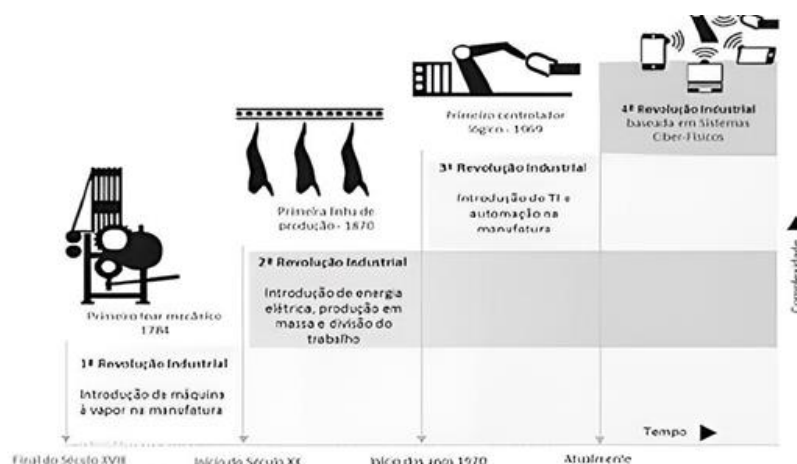
A seguinte seção será apresentada em 4 partes. A primeira irá destacar o histórico da primeira, segunda e terceira revolução industrial, acentuando como elas proporcionaram o desenvolvimento da indústria 4.0. Na segunda seção será apresentado como as garras robóticas vem auxiliando no processo de crescimento da indústria 4.0. Por último, na

terceira parte será destacado uma breve contextualização sobre a manufatura aditiva evidenciando também os principais conceitos de suas tecnologias relacionadas ao tema.

## 2.1 REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Segundo Duarte (2017), as transições na era industrial podem ser apresentadas como revoluções, sendo apresentado pelo autor na figura 1 :

Figura 1: Revoluções Industriais



1. Fonte: Duarte (2017, p. 27)

A Fig.1 explica como foi o processo dos 4 estágios das revoluções industriais, no final do séc.XVIII foram implantadas as primeiras máquinas a vapor no processo produtivo, já no início do séc.XX foram impostas as primeiras máquinas elétricas e implantada assim a produção em massa, na década de 70 o sistema foi automatizado juntamente com o TI(Tecnologia da Informação), e nos dias atuais estamos seguindo pelo meio de Sistema cyber-físico.

A primeira revolução industrial, foi compreendida entre os anos de 1760 a 1830 na Inglaterra. O principal marco dessa revolução foi a introdução da mecanização dos processos, que muitas das vezes era realizado de forma manual. Dessa forma surgiram as primeiras fábricas da maquinofatura, sendo realizado a separação entre as relações dos donos de meios de produção e os trabalhadores assalariados (LU, 2017). Ou seja, foi nessa primeira etapa da revolução que o método do saber fazer, por parte dos profissionais que muitas vezes trabalhavam de modo individual deixou de ser o principal meio de trabalho, para ser substituído pela rápida produção de consumo por parte das fábricas (LU, 2017).

Nessa primeira etapa da revolução teve a introdução da máquina a vapor na manufatura, estendendo as suas atividades aos setores da indústria têxtil, agricultura e transportes,

sendo o carvão mineral o principal combustível para o abastecimento dessas máquinas (DUARTE, 2017).

A segunda revolução industrial teve início no ano de 1870 sendo foco na Europa, Estados Unidos e no Japão. O período de transição da primeira para a segunda revolução industrial se deve à eletricidade, que passou a ser o componente fundamental da produção em massa. Determinada produção era realizada sobre diferentes bens de consumo, que contribuíram para o crescimento da economia no século XX (DUARTE, 2017).

A terceira revolução industrial, com início em meados de 1960, tem seu grande marco introdutório com a apresentação de tecnologia da informação em meio às atividades dos processos produtivos das fábricas (DUARTE, 2017). Com esse novo processo de produção foi possível atuar ao lado da computação, robótica e informática.

É válido destacar que foi apenas na terceira revolução industrial, que o computador passou a ser considerado como a principal máquina nas atividades produtivas. Por meio da união de hardware e software, essa ferramenta de trabalho apresenta grande destaque a tecnologia digital, permitindo maior adequação das tarefas produtivas por meio das equipes de controle.

A partir do desenvolvimento apresentado pela terceira revolução industrial associado ao crescimento e avanço de tecnologias, é possível comentar uma quarta revolução industrial, também citada como indústria 4.0.

Ou seja, o desenvolvimento das atividades da maquinofatura junto aos apontamentos das tendências ao longo do tempo propiciou em um novo modelo de trabalho as indústrias, no qual as tecnologias são criadas para integração cada vez maior entre as máquinas e os humanos (SANTOS, 2017).

### 2.1.1 INDÚSTRIA 4.0

Indústria 4.0 é uma expressão que surgiu na Alemanha e rapidamente se difundiu pela Europa, podendo adquirir outras nomenclaturas, como "fábricas inteligentes", "indústria inteligente" ou "produção avançada". Nada mais é do que uma evolução nos conceitos fabris que nos ajudam a atingir os objetivos de desempenho já citados ou de melhoria contínua de processos tão desejada hoje em dia.

De acordo com Hermann (2015), a indústria 4.0 pode ser compreendida como um termo alemão, no qual designa um conceito coletivo de tecnologias e fábricas inteligentes diante ao monitoramento de processos.

Determinada definição vai de acordo com o que foi dito por Santos, que apresenta a indústria 4.0 como: um projeto no âmbito da estratégia de alta tecnologia do governo alemão que promove a informatização da Manufatura. O objetivo é chegar à fábrica

inteligente (Smart Manufacturing), que se caracteriza pela capacidade de adaptação, a eficiência dos recursos e ergonomia, bem como a integração de clientes e parceiros de negócios em processos de negócios e de valor. Sua base tecnológica é composta por sistemas físicos/cibernéticos e a Internet das Coisas. Especialistas acreditam que a Indústria 4.0 ou a quarta revolução industrial poderia ser realizada dentro de uma década).

Segundo Sanders, Elang Eswaran e Wulfsberg (2016), a indústria 4.0 representa a aplicação de conceitos dos sistemas ciber-físicos (CPS) e tecnologias que visam a construção de fábricas inteligentes, nas quais a dependência dos seres humanos diante o comando das máquinas seja cada vez menor.

Para Lu (2017), a indústria 4.0 pode ser entendida como um relevante processo, marcado pela automação de processos de digitalização e uso de ferramentas da Tecnologia da Informação para fabricação de produtos e serviços.

A Quarta Revolução Industrial pode ser melhor descrita como uma mudança na lógica de fabricação para uma abordagem de valor cada vez mais descentralizada e auto-reguladora, habilitada por conceitos e tecnologias como CPS, IoT, IOS, computação em nuvem ou manufatura aditiva e fábricas inteligentes, de modo a ajudar as empresas a atender a produção futura requisitos (HOFMANN; RUSCH, 2017).

Para Wang e Wang (2016), a indústria 4.0 está associada a tecnologias digitais que detêm grande relevância no processo de fabricação, mas que não as limitam em suas respectivas utilizações. Dentre essas tecnologias é possível citar a smartfactory, big data, internet of things e cyber physical systems.

## 2.2 GARRAS ROBÓTICAS

De acordo com Queiroz et al. (2017) e Kloc et al. (2009) um robô é "qualquer estrutura mecânica autômata multifuncional reprogramável operada por meio de circuitos integrados, controles integrados, controles eletro-hidráulicos e engrenagens, projetada para movimentar, de diversas formas, uma série de materiais ou dispositivos especializados". A robótica é o ramo da ciência que se concentra em construir essas estruturas e manipulá-las por meio de lógica de programação (Souza e Duarte 2015).

Segundo May (2017) a robótica é a ciência responsável pelo estudo dos robôs, sendo estes, máquinas que podem ser usadas para realizar trabalhos específicos. Alguns robôs podem trabalhar sozinhos, outros precisam ser controlados o tempo todo por seres humanos para que o trabalho seja realizado. Deste modo, os robôs se tornaram instrumentos importantes para o avanço da ciência e humanidade em diversos cenários, por exemplo, no ramo aeroespacial, a Agência Nacional Norte Americana por seres humanos para que o trabalho seja realizado. Deste modo, os robôs se tornaram instrumentos importantes para o avanço da ciência e humanidade em diversos cenários,

por exemplo, no ramo aeroespacial, a Agência Nacional Norte Americana (NASA, National Aeronautics and Space Administration) utiliza robôs de diversas formas, uma delas é a utilização de braços robóticos acoplados em naves espaciais responsáveis por mover objetos muito pesados no espaço, por exemplo há o braço robótico da estação espacial internacional chamado Canadarm2, mostrado na Figura 2:

Figura 2: Braço Robótico Canadarm2 na Estação Espacial

Internacional.



Fonte: NASA

Uma garra robótica é uma extensão que permite que um robô pegue e segure objetos. Quando usadas em conjunto com um braço robótico colaborativo (cobot), as garras permitem que os fabricantes automatizem os principais processos, como teste de qualidade do produto, montagem, coleta e colocação.

Os benefícios oferecidos pela garra robótica são acessórios de fixação para robôs e manipuladores que, além de serem amplamente utilizados para prender peças por dentro ou por fora, também garantem diversas outras vantagens para sua instalação em ambientes industriais.

Alguns dos benefícios dela que podemos citar são, desenvolvimento de um mecanismo para se adequar ao princípio de "plano inclinado", graças a fabricação com os guias prismáticas em aço temperado e retificado, ela permite a fixação de peças, ela é

desenvolvida com várias placas de proteção, ela preserva os mecanismos que ela tem, possibilidade de fixação Axial ou lateral da garra.

## 2.3 MANUFATURA ADITIVA

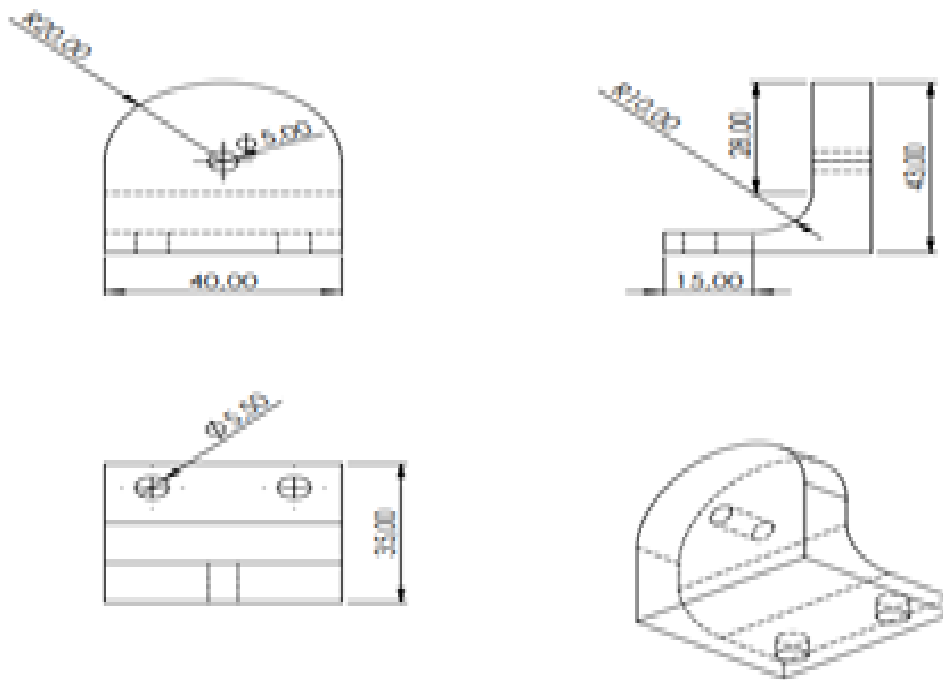
A manufatura aditiva é um sistema de produção que usa projeto auxiliado por computador, CAD e scanners 3D. Este novo conceito de fabricação cria objetos adicionando camadas de materiais, especialmente metais e plásticos. Ao contrário dos processos de fabricação tradicionais, esse método não remove material durante o processo de criação (chamado fabricação subtrativa). Aplicada à manufatura em série, a manufatura aditiva pode reduzir custos, eliminar erros e produzir com mais rapidez e precisão. Atualmente, o programa é particularmente adequado para indústrias onde a personalização e a precisão são críticas. Possibilita, por exemplo, a fabricação de implantes ou instrumentos cirúrgicos para o setor de saúde, ou componentes para a indústria aeroespacial.

Frequentemente associada à impressão 3D, a manufatura aditiva e a impressão 3D não são exatamente a mesma coisa. A manufatura aditiva refere-se ao uso de materiais como metal para criar novos componentes complexos e duráveis em um ambiente industrial, enquanto a impressão 3D envolve um tipo específico de tecnologia aditiva que permite criar objetos de maneiras e ambientes limitados.

A impressão 3D é uma técnica emergente, que têm trazido grandes benefícios à sociedade. Uma das razões que podemos atribuir a este resultado é a possibilidade de modelar protótipos únicos para aplicações específicas. Estes podem ser confeccionados por qualquer pessoa, desde que esta possua um conhecimento mínimo em design para trabalhar com softwares de modelagem tridimensional, além de conhecimento específico da função final para qual a peça impressa será empregada. Devido a esta facilidade, quando se opta pela utilização de uma impressora 3D, torna-se viável e possível a impressão de qualquer peça, assim que esta tiver seu design finalizado. Dentre os exemplos de áreas do conhecimento que fazem uso de manufatura aditiva, a medicina ortopédica surge como uma exemplificação de campo onde os profissionais apesar de usualmente não obterem o conhecimento técnico de modelagem tridimensional ao longo de seus estudos, detêm forte experiência em treinamento, como o observado no treinamento de cirurgiões, o que o caracteriza como um campo a ser mais bem explorado

no futuro com treinamento específico na expertise de modelagem das peças ortopédicas (VAISHYA, 2018).

Figura 3: peça com dimensões estabelecidas, e com ressalto aplicado.



1.

Fonte: Gustavo Weldt (2022)

Diante do ponto em que todos os trabalhos estão finalmente prontos em seus respectivos projetos, eles são impressos um a um para uma avaliação completa passo a passo da impressão. Uma vez que o movimento dos elementos é determinante para o funcionamento do protótipo, cada peça produzida é dimensionada. Essas etapas de certificação são utilizadas para garantir as dimensões da peça, por mais que a expansão do material e os

cálculos sejam feitos, eles podem variar muito devido ao funcionamento da impressora, a qualidade do material e até mesmo fatores externos como mudanças climática no ambiente.

O nosso projeto foi realizado no Solidworks juntamente com a tabela com base no tempo de impressora no Ultimaker Cura.

Figura 4: Tabela com base no tempo de impressora no

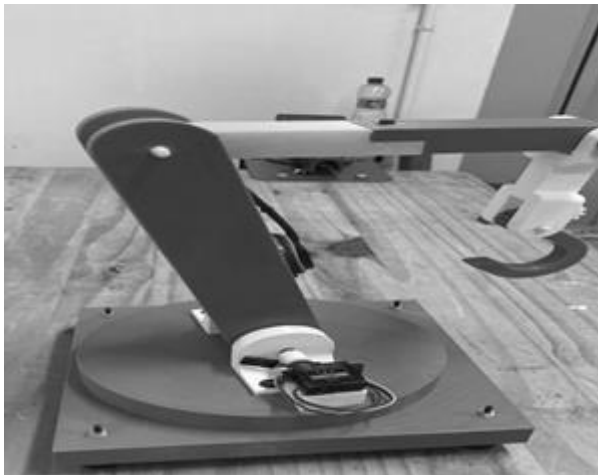
Ultimaker Cura.

1	Peça	Código	Tempo	Quantidade	Material
2	Apoio coluna Moliver	CE3PRO_2901	1h 27 min	2	13g - 4.22m
3	Apoio motor	CE3PRO_2902	26 min	1	4g - 1.32m
4	Base oca	CE3PRO_2903	17h 2 min	1	158g - 52.85m
5	Base redonda	CE3PRO_2904	14h 33 min	1	185g - 61.87m
6	Braço maçico	CE3PRO_2905	1h 57 min	2	18g - 5.97m
7	Eixo anel 2	CE3PRO_2906	7 min	1	1g - 0.25m
8	Eixo anel	CE3PRO_2907	10 min	2	1g - 0.37m
9	Eixo motor	CE3PRO_2908	12 min	1	1g - 0.48m
10	Engrenagem 17 dentes	CE3PRO_2909	13 min	1	1g - 0.46m
11	Gancho engrenagem	CE3PRO_2910	1h 8 min	1	9g - 3.11m
12	Luva eixo motor	CE3PRO_2911	10 min	1	1g - 0.21m
13	Metade 1 coluna	CE3PRO_2912	7h 55 min	1	79g - 26.65m
14	Metade 2 coluna	CE3PRO_2913	8h 49 min	1	92g - 30.68m
15	Pé	CE3PRO_2914	20 min	4	3g - 0.84m
16	Polia	CE3PRO_2915	20 min	4	2g - 0.68m

1.

Fonte: Guilherme Weldt (2022)

Figura 5: O Braço Robótico já impresso.



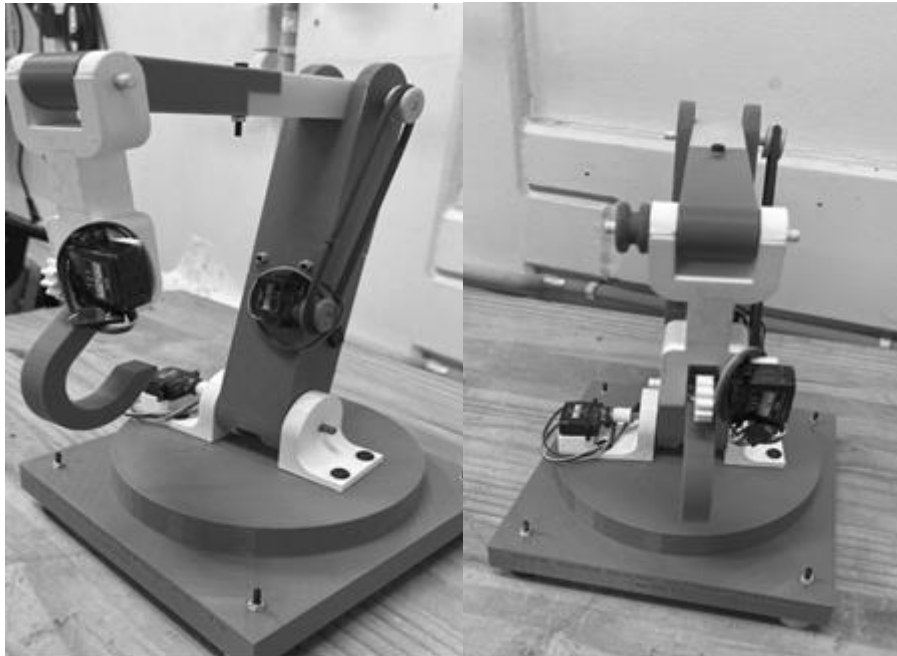
1.

Fonte: Bruno Henrique (2022)

Dessa forma ficou o projeto impresso finalizado, depois de várias horas imprimindo, como está na tabela acima, e após alguns testes está apto para uso.



Figura 6: Motores utilizados para movimentação das garras  
e colunas.



1.

Fonte: Gustavo Weldt (2022)

Nas duas fotos aparecem os três motores que são usados para movimentar as colunas e a garra, seu funcionamento é básico então não foi possível ir muito a fundo como os testes, mas foi possível pegar uma sacola com alguns objetos escolares dentro.

### 3 CONCLUSÃO

Impressoras 3D ganham cada vez mais espaço no ambiente das famílias ao redor do mundo. Com eles, é possível alcançar quase qualquer objeto, apenas design e ferramentas produzi-lo. Com o advento dessas máquinas, espera-se que compartilhar pensamentos como já é perceptível na situação atual. A dinâmica de consumo de hoje se resume a bens e serviços tangíveis. e essa dinâmica está mudando com o advento das impressoras 3D. itens e modelos impressos como ideias, não objetos. Assim, com o desenvolvimento de impressoras ocupe um lugar na casa das pessoas e elas começarão a consumir mais ideias (na forma de item) do que o próprio objeto. Além da comodidade de não precisar sair para comprar um novo produto, as impressoras 3D oferecem mais engajamento ao consumidor e ao produto, podendo desenhá-lo da forma que lhe convém. Empresas com o

objetivo de fornecer serviços de modelagem estão surgindo e na impressão 3D para que todos possam personalizar os itens ao seu gosto. Essas empresas também se concentram em nichos de mercado para que traga mais produtos profissionais para o mercado com ela os mais diversos itens podem ser fabricados de acordo com os clientes sem inventário necessário.

#### 4 REFERÊNCIAS

DUARTE, A. Y. S. **Gerenciamento da demanda em ti**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) apresentada na Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP/SP. 2017.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p. 23-34, 2017.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for Industrie 4.0 Scenarios: a literature review. **Working Paper**. n.01/2015, Technische Universitat Dortmund, 15p, 2015.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p. 23-34, 2017.

KANG, H. S. Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology**, v.3, n. 1, p. 111-128, 2016.

LU, Y. Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 6, p. 1-10, 2017.

LIU, Y.; XU, X. Industry 4.0 and cloud manufacturing: A comparative analysis. **Journal of Manufacturing Science and Engineering**, v. 139, n. 3, p. 034701, 2017.

OLIVEIRA, T. F.; SIMÕES, W.L. A indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes da engenharia. **Simpósio de Engenharia de Produção**, 2016..

Queiroz, R., Sampaio, F. F. e dos Santos, M. P. (2017), Duinoblocks 4kids: utilizando tecnologia livre e materiais de baixo custo para o exercício do pensamento computacional no ensino fundamental i por meio do aprendizado de programação aliado à robótica

educacional, in **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, Vol. 6, p. 25.

SOUZA , M. A. M.; DUARTE, J. R. R. Low-cost educational robotics applied to physics teaching in Brazil. **Physics Education**, v. 50, n. 4, p. 482-488, jun 2015. Disponível em: .

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. **Procedia Cirp**, v. 40, p. 536-541, 2016.

VAISHYA, Raju et al. Publication trends and knowledge mapping in 3D printing in orthopaedics. **Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma**, v. 9, n. 3, p. 194–201, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.07.006>.

WANG, L.; WANG, G. Big data in cyber-physical systems, digital manufacturing and Industry 4.0. **International Journal of Engineering and Manufacturing (IJEM)**, v. 6, n. 4, p. 1-8, 2016.

WANG, S. Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. **Computer Networks**, v. 101, p. 158-168, 2016.

## PROTOTYPE DEVELOPMENT OF ROBOTIC ARM IN 3D PRINTING AND INDUSTRY 4.0

### ABSTRACT

The objective of this study was to theoretically demonstrate the usability of the robotic arm, in industries and in everyday life. Every day the concept of industry 4.0 becomes more present, in the new concept of industry, industrial automation fully replaces repetitive mechanical tasks and activities with great difficulty for human access. Robotic arms are used in automobile production lines improving the process. In this project all the structural part was made in development in solidworks and finished in 3d printer. A robotic project, having this information a priori, through its assembly, being the mechanical part, where there is a whole path to be followed until this stage of production is overcome, and a new phase begins that is the programming of the commands that will be applied in the systematization platforms that will give the expected result to the project, in full. The objective is not limited only to this, but will

also serve to give visibility to this work, which will add to the background of students in this area and not least, bring experience to the job market.

Keywords: Robotic Claws. Industry 4.0. Additive Manufacturing.