



Ernane Rosa Martins
(ORGANIZADOR)

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento



Ernane Rosa Martins
(ORGANIZADOR)

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciência, tecnologia e inovação: fatores de progresso e de desenvolvimento 3 / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-750-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.502210612>

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Inovação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título.

CDD 601

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO








A nossa sociedade está em constante evolução em todas as áreas do conhecimento. Esta obra pretende apresentar o panorama atual relacionado a ciência, a tecnologia e a inovação, com foco nos fatores de progresso e de desenvolvimento. Apresentando análises extremamente relevantes sobre questões atuais, por meio de seus capítulos.

Estes capítulos abordam aspectos importantes, tais como: avaliar a influência do uso de jogos lúdicos no aprendizado da tabela periódica em aulas de química; um relato de experiência sobre um processo seletivo, formação e posterior contratação de desenvolvedores de softwares para uma empresa do ramo da tecnologia; o desenvolvimento de empresas de base científica e tecnológica por meio de suporte individualizado e transferência de conhecimento; uma reflexão sobre o campo educacional e suas inquietações e adaptabilidades frente a crescente digitalização condicionada, assim como as consequências educacionais em período atípico de pandemia do novo corona vírus pelo mundo; a implementação de clubes de robótica e automação, na forma de ação extensionista em estabelecimentos de ensino, como modalidade de produto educacional; a coleta de dados de imóveis pelo Poder Público, através do método de automatização chamado de web crawler; a avaliação da influência da estrutura bruta de solidificação (grãos equiaxiais e colunares) nos processos posteriores de conformação plástica e respectivos tratamentos térmicos; analisar como o uso de jogos eletrônicos pode ser aliado ao ensino da Matemática para o desenvolvimento de uma aprendizagem efetiva e contínua; o estudo da influência da topografia na molhabilidade de superfícies tratadas a plasma; um modelo conceitual de projeto integrador (PI) para engenharias EaD no modelo híbrido de uma IES de SC; uma série de etapas propostas para facilitar a criação e o voo de um enxame de drones, fornecendo assim um guia para o desenvolvimento de diferentes tipos de enxames; e uma proposta de integração de dois manipuladores robóticos devido suas versatilidades em se adequarem a diversas situações em relação a outras máquinas.

Nesse sentido, esta obra é uma coletânea, composta por excelentes trabalhos de extrema relevância, apresentando estudos sobre experimentos e vivências de seus autores, o que pode vir a proporcionar aos leitores uma oportunidade significativa de análises e discussões científicas. Assim, desejamos a cada autor, nossos mais sinceros agradecimentos pela enorme contribuição. E aos leitores, desejamos uma leitura proveitosa e repleta de boas reflexões.

Ernane Rosa Martins


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A BUSCA PELA TERCEIRIZAÇÃO EM P&D, O CASO DO CETENE NO NORDESTE DO BRASIL	
Amilcar Baiardi	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106121	
CAPÍTULO 2	36
APLICAÇÃO DE JOGOS LÚDICOS PARA MELHOR COMPREENSÃO DA TABELA PERIÓDICA	
Luís César Rodrigues da Silva	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106122	
CAPÍTULO 3	47
APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS EM PROCESSOS DE FORMAÇÃO NA ÁREA TECNOLÓGICA	
Rafael Aguilár Magalhães	
Angelita Minetto Araújo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106123	
CAPÍTULO 4	56
AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM PRÁTICA PEDAGÓGICA SEGUNDO VYGOTSKY	
Dianne Fabhrícia Meireles Ferreira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106124	
CAPÍTULO 5	64
BLOOMBTECH - FLORESCENDO INCUBADORAS E INCUBADAS EM MINAS GERAIS	
Ana Carolina Calçado Lopes Martins	
Artur Tavares Vilas Boas Ribeiro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106125	
CAPÍTULO 6	69
CIBRIDISMO E APRENDIZAGEM UBÍQUA: A UTILIZAÇÃO DO INSTAGRAM COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL NO ENSINO ACADÊMICO	
Yubis Pereira Martins	
Célia Regina Rossi	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106126	
CAPÍTULO 7	79
CLUBES DE ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO: UMA PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO	
Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106127	

CAPÍTULO 8..... 86

COLETA DE DADOS DE IMÓVEIS DE FORMA AUTOMATIZADA PARA FINS DE POLÍTICAS PÚBLICAS


Caroline Bernardo Silva
Eduardo Schmidt Longo
Everton da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106128>

CAPÍTULO 9..... 95

COMPARATIVO DE PRODUCTOS PARA LA ELABORACIÓN DE CARTAS GEOTÉCNICAS Y MAPAS DE VULNERABILIDAD


Clayson Marlei Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5022106129>

CAPÍTULO 10..... 103

CRIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE TECNOLOGIA CUIDATIVO-EDUCACIONAL PARA PREVENÇÃO DE GEO-HELMINTÍASES ENTRE RIBEIRINHOS DA AMAZÔNIA PARÁ-BRASIL


Horácio Pires Medeiros
Ana Paula da Silva Barbosa
Francisca Maynara de Aguiar Bastos
João Paulo Lima da Silva
Kaliandra Moraes de Araújo
Lucas Deyver da Paixão Lima
Thayse Kelly da Silva Martino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061210>

CAPÍTULO 11..... 117

DIGITALIZAÇÃO DO QUITUTES MIRABAL EM PARCERIA COM O PROJETO E.LAS DA ENACTUS UFRGS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19


Sérgiane Mara Campos Pereira
Laura Koenig Schmitt
Hellena Silva Leão






 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061211>

CAPÍTULO 12..... 123

ESTADO FUNCIONAL DO PACIENTE APÓS ALTA IMEDIATA DA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

Karolina Duarte Junqueira
Matheus Carvalho Pereira Santiago
Aline Alves da Silva
Yago da Costa
Ana Cláudia Antônio Maranhão Sá


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061212>

CAPÍTULO 13	131
ESTUDO DO PROCESSO DE DEFORMAÇÃO E RECRISTALIZAÇÃO DE UMA LIGA DE AL 4,5% CU	
Bruna Gobbi Garcia	
Mirian de Lourdes Noronha Motta Melo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061213	
CAPÍTULO 14	145
EXPERIMENTO COM JOGOS ELETRÔNICOS NO 7º ANO DO FUNDAMENTAL II DA ESCOLA DUQUE DE CAXIAS	
Leandro dos Santos Almeida	
Annelise Maymone	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061214	
CAPÍTULO 15	163
INFLUÊNCIA DA TOPOGRAFIA NA MOLHABILIDADE EM SUPERFÍCIES DE TITÂNIO TRATADAS POR OXIDAÇÃO A PLASMA	
Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto	
Marco Aurélio Medeiros da Silva	
Bruno de Macedo Almeida	
Ângelo Roncalli Oliveira Guerra	
Ana Beatriz Villar Medeiros	
Renivânia Pereira da Silva	
Tereza Beatriz Oliveira Assunção	
Clodomiro Alves Junior	
Karina e Silva Pereira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061215	
CAPÍTULO 16	178
INTRODUÇÃO AO FUNCIONAMENTO DE CARROS ELÉTRICOS: UMA REVISÃO	
Sheilla Caroline de Lima	
Artur Saturnino Rodrigues	
Victor Augusto Nascimento Magalhães	
Izaldir Ângelo Pereira Lopes	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061216	
CAPÍTULO 17	196
JOGOS DIGITAIS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE ZOOLOGIA	
Luciana de Lima	
Robson Carlos Loureiro	
Igor Moura Barbosa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061217	
CAPÍTULO 18	209
PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE PROJETO INTEGRADOR PARA	

ENGENHARIAS EAD DO MODELO HÍBRIDO

Jean Marcelo Dias

Ana Carolina Braga Kodum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061218>

CAPÍTULO 19..... 224

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ENJAMBRE DE DRONES

Carlos Alberto Guizar Gómez

José Luis Guevara Gómez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061219>

CAPÍTULO 20..... 236

QUALIDADE DE VIDA DE CRIANÇAS USUÁRIAS DE IMPLANTE COCLEAR


Patricia Haas

Fernanda Soares Aurélio Patatt

Laura Faustino Gonçalves

Karina Mary de Paiva

Beatriz Vitorio Ymai Rosendo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061220>

CAPÍTULO 21..... 256

QUALIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA SOLDAGEM DOS AÇOS AUSTENÍTICOS PARA OS INTERNOS DE REATORES NUCLEARES

Ademir Antonio Fraga Ribeiro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061221>

CAPÍTULO 22..... 269

REVOLUCIÓN DIGITAL DEL BIG DATA Y MINERÍA DE DATOS: SU IMPACTO SOCIAL

Wendy Daniel Martínez

Luis Alejandro Santana Valadez


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061222>

CAPÍTULO 23..... 280

UMA REFLEXÃO SOBRE A EVOLUÇÃO DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO BRASILEIRO NOS ÚLTIMOS VINTE ANOS

Cássia Viviani Silva Santiago

Nayara Gonçalves Lauriano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061223>

CAPÍTULO 24..... 294


USO DA ROBÓTICA COOPERATIVA PARA A MANUFATURA ADITIVA METÁLICA EM PROCESSOS DE SOLDAGEM A ARCO ELÉTRICO

Fagner Guilherme Ferreira Coelho

Alexandre Queiroz Bracarense

Eduardo José Lima II

Diego Raimundi Corradi
Ariel Rodrigues Arias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50221061224>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	307
ÍNDICE REMISSIVO.....	308

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ENJAMBRE DE DRONES

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 19/10/2021

Carlos Alberto Guizar Gómez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Morelia. Departamento de Metal-Mecánica Morelia, Michoacán, México
<http://lattes.cnpq.br/2367890762043218>

José Luis Guevara Gómez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Morelia Morelia, Michoacán, México
<http://lattes.cnpq.br/4123249371401421>

RESUMEN: Un enjambre de drones, es un grupo de vehículos aéreos no tripulados impulsados por inteligencia artificial y controlados desde un mando único. Sus principales características son su robustez, flexibilidad y escalabilidad durante el vuelo, lo que hace que esta modalidad sea bastante versátil en tareas que ya realiza un solo dron. En esta investigación se proponen una serie de pasos para facilitar la creación y vuelo de un enjambre de drones, proporcionando así una guía para el desarrollo de diferentes tipos de enjambres. Estos pasos van desde seleccionar los elementos que lo compondrán hasta volarlo.

PALABRAS CLAVE: Dron, enjambre, UAV, GCS, semiautónomo.

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A PREPARAÇÃO DE ENXAME DE DRONE

RESUMO: Um enxame de drones, é um grupo de veículos aéreos não tripulados movidos por inteligência artificial e controlados por um único comando. Suas principais características são a robustez, flexibilidade e escalabilidade durante o voo, o que torna esta modalidade bastante versátil em tarefas já realizadas por um único drone. Nesta pesquisa, uma série de etapas são propostas para facilitar a criação e o voo de um enxame de drones, fornecendo assim um guia para o desenvolvimento de diferentes tipos de enxames. Essas etapas vão desde selecionar os elementos que irão compô-lo até voá-lo.

PALAVRAS-CHAVE: Drone, enxame, UAV, GCS, semi-autônomo.

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE ELABORATION OF DRONE SWARM

ABSTRACT: A swarm of drones, it is a group of unmanned aerial vehicles powered by artificial intelligence and managed from a single control. Its main characteristics are its robustness, flexibility and scalability during flight, making this modality quite versatile in tasks that a single drone already performs. In this research, a series of steps are proposed to facilitate the creation and flight of a drone swarm, thus providing a guide for the development of different types of swarms. These steps range from selecting the elements that will make it up, to flying it.

KEYWORDS: Drone, swarm, GCS, semi-autonomous.

1 | INTRODUCCIÓN

En la naturaleza, los etólogos denominan el enjambre como un comportamiento de trabajo colectivo que se aplica a insectos. Este término ha sido de gran interés para diferentes áreas de estudio como la informática, psicología, robótica, entre otras, ya que ha ayudado a definir aspectos referentes al comportamiento de trabajo colectivo, ya sea por el desplazamiento en conjunto o las entidades que trabajan de manera conjunta.

El término robot celular fue dado por Toshio Fukuda en Japón en los años 80 para referirse a grupos de robots que se asemejaban a las células y que juntos, creaban partes más complejas; sin embargo, el término enjambre no fue usado hasta 1989 durante una de las conferencias de la II Ciocco conferences donde Jing Wang y su equipo expusieron un breve artículo sobre robots celulares; quienes buscaban un nombre mucho más sencillo y optaron por usar el término de enjambre (Camacho, 2018). Y fue Gerardo Beni quien definió el término enjambre que se usa actualmente para definir a estos robots (Beni, 2005).

Los enjambres de drones o UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) han demostrado ser una tecnología de trabajo colectivo bastante eficiente; con esta modalidad de vuelo es posible crear espectáculos de luces, transportar cargas, transferir información entre otros (Luisa & Tortosa, 2013). El comportamiento colectivo que se espera en un enjambre, es la interacción entre los robots y la interacción de los robots con el medio ambiente; sin embargo, aún no es posible llegar a ese grado de autonomía; esto quiere decir, un grado de autonomía casi total.

En la actualidad los enjambres de drones son un tema de interés debido al creciente éxito de estos de manera individual; sin embargo, aún siguen siendo un tema en desarrollo y con poca presencia en aplicaciones civiles.

Esta investigación tiene por objeto proponer una metodología sobre la elaboración de enjambres de drones y mostrar el desarrollo y puesta en vuelo de un enjambre sencillo. La investigación abarca las características de los enjambres, su clasificación, diferentes aplicaciones, los pasos de la metodología propuesta, el diseño del enjambre desarrollado, los diferentes vuelos realizados y el proceso para enlazar y volar al enjambre.

2 | ENJAMBRES

Un sistema de vehículos aéreos no tripulados, también llamado UAS (Unmanned Aerial Systems), puede ser definido como el conjunto de elementos y subsistemas que hacen posible llevar a cabo operaciones aerotransportadas sin la utilización de un piloto a bordo de la aeronave (Santana, 2017). Cuando el sistema consta de varios de estos vehículos sin tripulante, este es comúnmente llamado sistema multi-UAV o enjambre de drones. Estos sistemas, se componen de: drones y una estación de control en tierra o GCS (Ground Control Station).

2.1 Características

Un enjambre se caracteriza por ser un sistema controlado y monitoreados desde un mando único (GCS) así como por su robustez, flexibilidad y escalabilidad durante el vuelo las cuales se explican en la tabla 1.

Son robustos	<ul style="list-style-type: none">• Esto debido a que al estar formado por varias unidades, la tarea que realizaba un dron que deja de funcionar, puede ser cubierta por otro.
Son flexibles	<ul style="list-style-type: none">• Es decir, que son capaces de realizar un gran número de tareas y se adaptan mediante estrategias coordinadas a cambios inesperados.
Son escalables	<ul style="list-style-type: none">• La funcionalidad en grupo no se verá alterada por un cambio en la cantidad de individuos que lo forman.

Tabla 1. Características de los enjambres de drones (Camacho, 2018)

2.2 Clasificación

Debido a los diversos tipos de enjambres que hay, no existe una clasificación única; por ello muchos autores proponen diversos elementos para su clasificación tales como: inspiración biológica, formación de vuelo, tipo de comunicación como se muestra en la figura 1 (Cartagena, 2019), por su actividad, con base en los drones (homogéneos, heterogéneos), como menciona Cartagena (2019) por su modelos de gestión y control, entre otros.

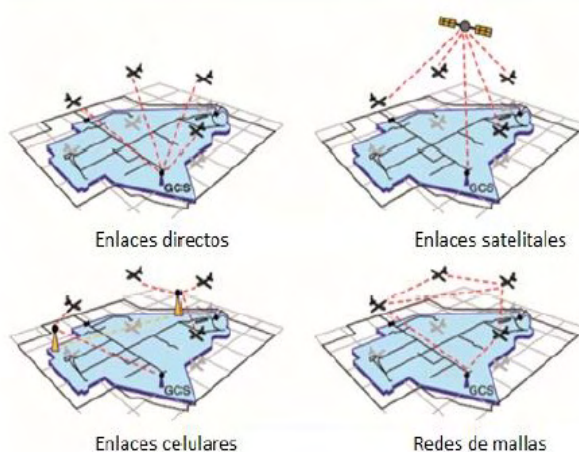


Figura 1. Comunicación de enjambres

2.3 Aplicaciones

La robótica de enjambre cuenta con una gran variedad de aplicaciones enfocadas a diferentes campos como el industrial, militar, medico, entre otros (Luisa & Tortosa, 2013). Algunos ejemplos de sus aplicaciones son: seguridad, inspección, monitoreo y vigilancia., actividades recreativas y espectáculos de luces, apoyo, búsqueda y rescate, mapeo ambiental, agricultura de precisión, entre otras.

En general estos sistemas son apropiados para utilizarse en tareas como las mostradas en la tabla 2.

Tareas donde se debe cubrir una región. Son sistemas apropiados para tareas donde se debe comprobar o realizar un seguimiento del estado del entorno.

Tareas centradas en alguna entidad del entorno. Son sistemas adecuados para tareas donde se debe buscar una fuente de recursos o recuperación de objetos.

Tareas demasiado peligrosas. Son sistemas robustos y tolerantes a fallos donde el fallo o la pérdida de algunos agentes no supondría el fallo de todo el sistema.

Tareas que requieren redundancia. La redundancia es una característica implícita en estos sistemas formados por un elevado número de robots homogéneos.

Tabla 2. Tareas para enjambres de drones

3 | METODOLOGÍA

La siguiente es una propuesta metodológica creada durante el proceso de elaboración de un enjambre de drones sencillo. Dicha metodología se divide en cuatro pasos que se muestran en la tabla 3.



Tabla 3. Pasos de la metodología propuesta

3.1 Actividad

La creación de un enjambre no puede surgir sin motivación o razón; por ello, al momento de llevar a cabo un enjambre hay que tener presente la actividad, ya que de ella se parte para la creación del enjambre. Dicha actividad puede pertenecer a un ámbito: militar (defensa y seguridad nacional), civil o científico (obtención de conocimiento).

3.2 Selección de los drones

Los aspectos que se deben considerar al momento de seleccionar los drones para el enjambre son los mostrados en la tabla 4.

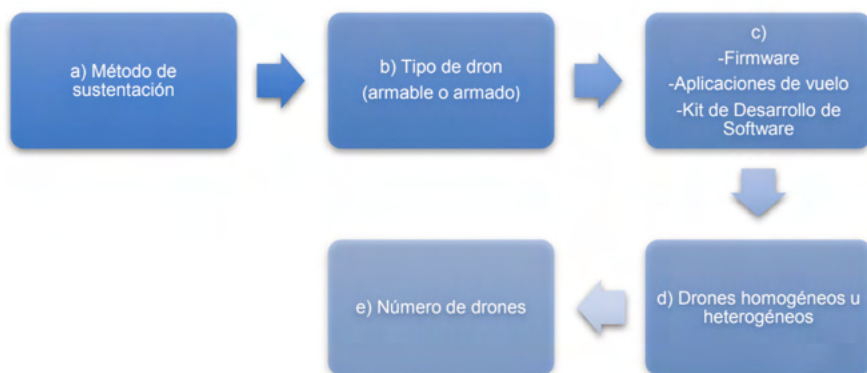


Tabla 4. Aspectos para la selección de los drones del enjambre

a) Método de sustentación: Comúnmente, los drones pueden ser de dos tipos; aerodinámicos o aerostatos como se muestran en la tabla 5 (Santana, 2017). Dependiendo de la actividad del enjambre, se optará por qué clase de dron y qué características (tamaño, material, entre otros) son más convenientes.



Tabla 5. Clasificación de drones por método de sustentación (Santana, 2017, p.9)

b) Tipo de dron: En el mercado, se manejan dos tipos de drones: armables y drones

armados o RTF (ready to fly); ambos se distinguen por la rapidez de los RTF con que se pueden poner en vuelo y la escalabilidad con que se puede dotar a un dron armable.

c) Firmware, Aplicaciones de vuelo y SDK (software development kit): Una vez se tengan propuestas de drones para el enjambre, es importante considerar estos tres aspectos ya que de ellos puede resultar más fácil su puesta en vuelo, su configuración y cantidad de trayectorias que se puedan realizar, así como el recibir buen soporte técnico de ser necesario.

d) Drones homogéneos u heterogéneos: En un enjambre heterogéneo, se tendrán drones diferentes, ya sea por el método de sustentación o modelo, mientras que el homogéneo constará de un tipo y modelo único de dron.

e) Número de drones: El número de drones está en función de la actividad a realizar y del presupuesto que se tenga considerado; esto debido a que el excederse en número de drones, puede generar un costo innecesario o en caso contrario, se reduce la calidad de la actividad propuesta.

3.3 Estación de control en tierra

Para controlar y monitorear drones desde cualquier lugar remoto es necesario el uso de hardware y software que permitan crear una red para establecer la comunicación simultánea con estos; siendo el hardware la interfaz hombre-máquina para la comunicación y control, como también el encargado de enlazarse con el enjambre. Por otra parte, el software es el encargado del control de la misión del enjambre y es considerado el corazón de la GCS.

3.4 Vuelo

En este paso, se lleva a cabo el diseño de las trayectorias que seguirá el enjambre y su posterior ejecución en vuelo. Para ello se toma en cuenta lo siguiente.

a) Trayectoria de vuelo: Los drones pueden realizar sus trayectorias de vuelo con base a dos funciones: a través de waypoints o por reconocimiento; esto tratándose de vuelos autónomos y semiautónomos. Sin embargo, existe también la posibilidad de controlarlos de forma manual, siendo el operador quien proporcione la trayectoria de vuelo.

b) Configuración: La configuración es crear y ordenar la serie de acciones que van a realizar los drones. Esta puede realizarse por dos opciones, mediante el sdk del fabricante o a través de comandos de vuelo propios.

4 | RESULTADOS

Este apartado presenta los resultados del enjambre que se desarrolló con base en los 5 pasos de la metodología.

Para esta investigación se requirió de un prototipo sencillo que permitiera analizar

las características generales de un enjambre, se determinó que su actividad sería realizar vuelos con trayectorias cortas, ya que esta es la acción fundamental que cualquier enjambre debe poder realizar.

Los drones seleccionados para el enjambre fueron los Tello EDU de DJI los cuales se muestra en la figura 2, debido a su bajo costo, y principalmente por su SDK el cual cuenta con la función para vuelos en enjambre, permitiendo establecer una comunicación con un punto de acceso para redes inalámbricas.



Figura 2. DJI Tello EDU (Ryzerobotics, 2017)

El enjambre está compuesto únicamente por dos drones Tello EDU; siendo así, un enjambre homogéneo.

La estación de control en tierra consta de dos elementos que son una computadora portátil y un punto de acceso, como se muestra en la figura 3. Para la parte del software, se utilizó únicamente el editor de código Visual Studio Code para diseñar la comunicación y las trayectorias de vuelo del enjambre.

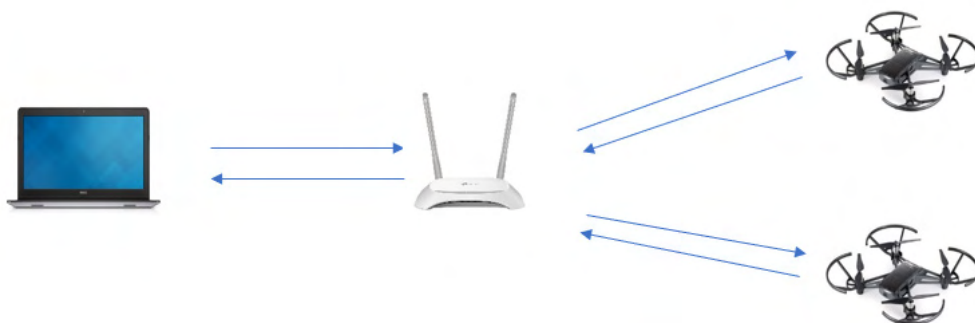


Figura 3. Comunicación entre GCS y el enjambre.

Durante las pruebas realizadas para comprobar la comunicación entre la estación de control y el enjambre, se obtuvo un rango máximo de señal en vista directa de hasta 500 m como se observa en la figura 4.



Figura 4. Rango máximo de señal (r , radio)

Finalmente se obtuvo que este enjambre es capaz de realizar dos diferentes tipos de vuelo los cuales son: Vuelo en Unidad y Vuelos Individuales, ambos de manera semiautónoma por waypoints. Las trayectorias de vuelo del enjambre, fueron programadas en lenguaje Python y simuladas en el programa Unity para obtener imágenes previas al vuelo real.

El vuelo en unidad consiste en una configuración en la cual los comandos se ejecutan de forma simultánea para ambos drones, por lo que se moverán de la misma manera y al mismo tiempo. Para sus vuelos son, colocados uno frente a otro en su punto de despegue, logran así un vuelo en direcciones opuestas entre ambos. La simulación en Unity de la Fig. 5, muestra los waypoints que siguen los drones en esta trayectoria.

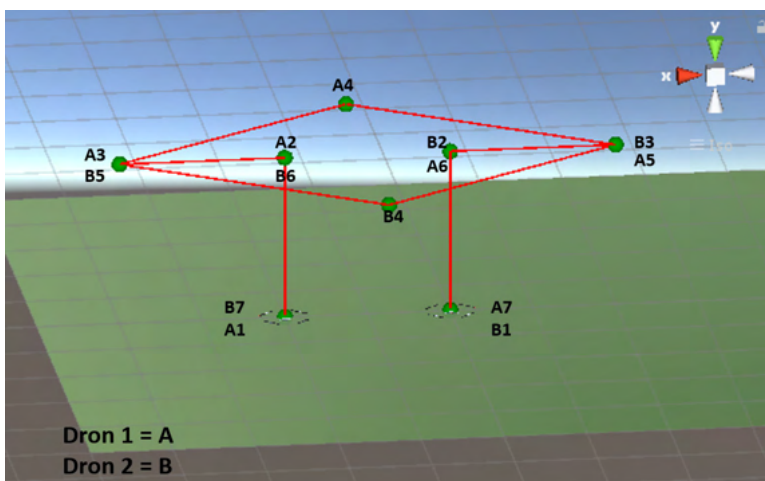


Figura 5. Trayectoria de vuelo en unidad.

Los vuelos individuales, tienen la diferencia de que se puede enviar dos diferentes tipos de mensajes para ordenar comandos diferentes a cada dron a diferencia del vuelo en unidad. Sin embargo, cada dron debe esperar el tiempo que demore el otro en terminar su acción el siguiente dron pueda recibir y ejecutar su acción. La simulación de esta trayectoria de vuelo se muestra en la Fig. 6.

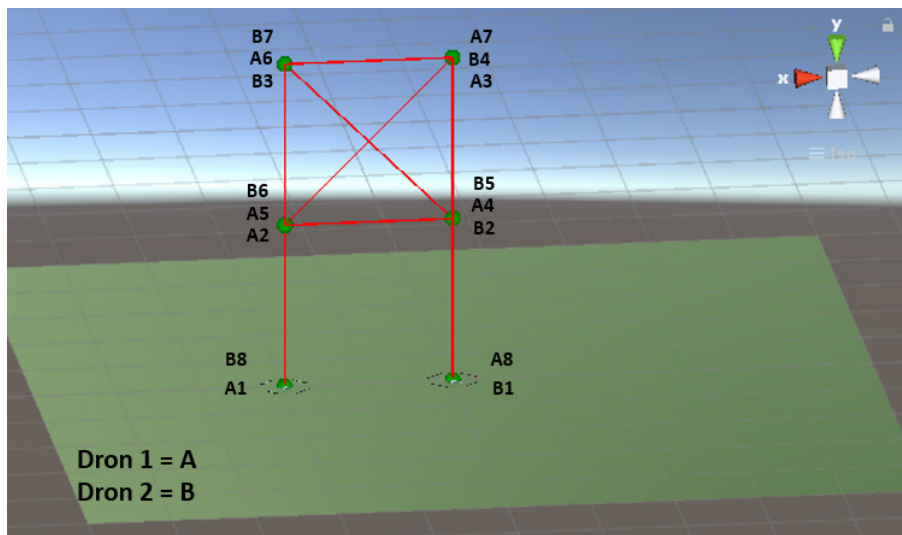


Figura 6. Trayectoria de vuelos individuales

El procedimiento que se siguió para enlazar los drones con la estación de control y volar el enjambre, es el siguiente.

1. Descargar el programa Tello3.py que se muestra en la figura 7, del enlace web mostrado en el manual del Tello EDU, esto para facilitar el enlace del dron con la computadora; de otro modo, a través de un editor se puede diseñar el código para comunicarse.

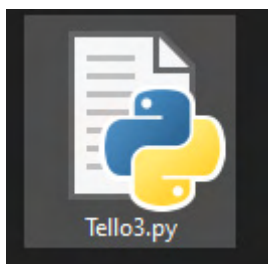


Figura 7. Programa Tello3.py para ejecución de comandos básicos en drones Tello y Tello EDU

2. Encender el dron y enlazarlo a su señal de red a través de la computadora para configurarlo en modo estación al punto de acceso correspondiente, utilizando su nombre y

contraseña de red como se muestra en la figura 8 (realizar esto para todos los drones del enjambre).

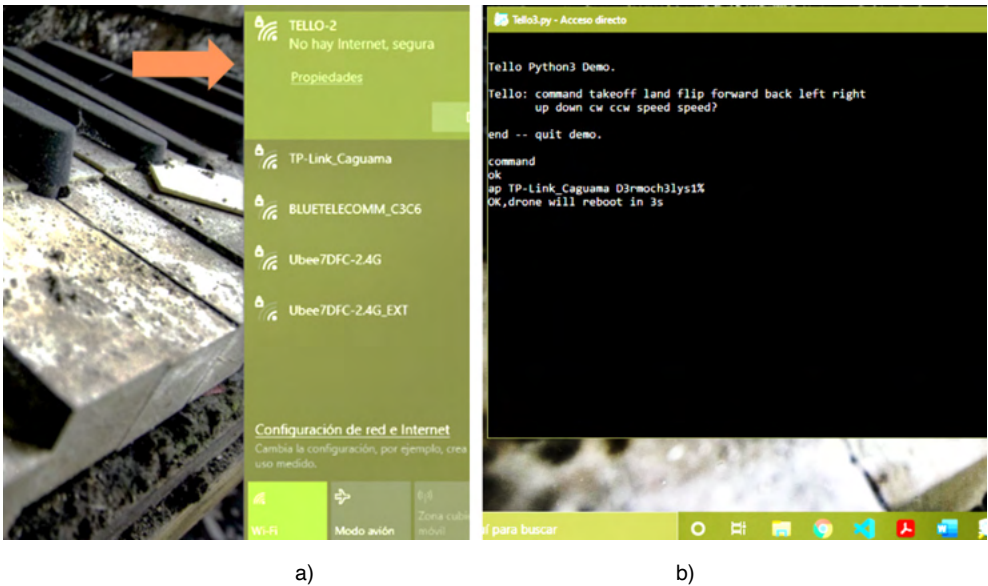


Figura 8. a) Señal de red del dron b) Configuración a modo estación con Tello3.py.

3. Se envía un comando al IP (Internet Protocol) de cada dron como se muestra en la figura 9, para comprobar que la comunicación con ellos es correcta.

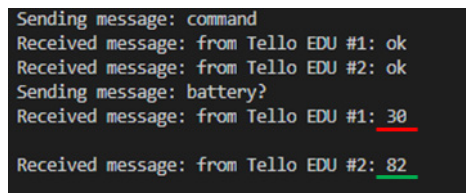


Figura 9. Verificación de comunicación y carga de la batería de los drones (batería baja del dron #1)

4. Se configuran las trayectorias de vuelo que realizará el enjambre, en el lenguaje y programa seleccionado (Python, Visual Studio Code) y se ejecuta la trayectoria deseada para probar si se diseñó de manera satisfactoria o si es necesario editarla nuevamente como se muestra en la figura 10.

```
Sending message: command
Sending message: takeoff
Sending message: back 30
Received message: from Tello EDU #1: ok
Received message: from Tello EDU #2: ok
Received message: from Tello EDU #1: ok
Received message: from Tello EDU #2: ok
Sending message: ccw 90
Received message: from Tello EDU #1: ok
Received message: from Tello EDU #2: ok
Sending message: go -100 -100 0 50
Sending message: go 100 -100 0 50
Received message: from Tello EDU #1: ok
Received message: from Tello EDU #2: ok
Sending message: go 100 100 0 50
Received message: from Tello EDU #1: error No valid imu
Received message: from Tello EDU #2: ok
Sending message: go -100 100 0 50
Sending message: land
Received message: from Tello EDU #1: error No valid imu
Received message: from Tello EDU #2: ok
Received message: from Tello EDU #1: error Motor stop
Received message: from Tello EDU #2: ok
```

Figura 10. Monitorio de ejecución de los comandos de vuelo del Dron #1 y#2 (error de funcionamiento en dron #1).

5 I CONCLUSIONES

El enjambre se realizó con la finalidad de conocer los aspectos básicos que involucra esta modalidad de vuelo, así como: los elementos mínimos indispensables para volar más de un dron de manera simultánea como se observa en la figura 11, las diferentes configuraciones de vuelo que el enjambre puede realizar, su desempeño durante el vuelo y analizar su posible escalabilidad para trabajar diferentes modelos de comportamiento de enjambre. A pesar de ser un enjambre sencillo, es una opción económica para realizar espectáculos aéreos y con fines didácticos.



Figura 11. Pruebas de vuelo en enjambre

Si bien los mini drones Tello EDU no están hechos para tareas de carga, son capaces de levantar una carga máxima de hasta 20 g sin perder estabilidad de vuelo, como se muestra en la figura 12.



Figura 12. Vuelos de enjambre con carga extra

Esta investigación pretende contribuir a ampliar la información sobre la elaboración y vuelo de enjambres de drones, para contrastarlo con otros métodos y analizar las variantes según el propósito del enjambre. Pretende ser preámbulo en el desarrollo de enjambres de drones, mostrando un panorama básico con los conceptos y elementos indispensables en la elaboración de estos.

REFERENCIAS

Beni, G. (2005). From swarm intelligence to swarm robotics. *Lecture Notes in Computer Science*, 3342(July 2004), 1–9. https://doi.org/10.1007/978-3-540-30552-1_1

Camacho, J. (2018). *ESTRATEGIAS DE ATAQUE Y DEFENSA DE ENJAMBRES DE*. 45. http://oa.upm.es/52761/1/TFG_JAVIER_DIAZ_CAMACHO.pdf

Cartagena, U. P. de. (2019). *APLICACIÓN DE ALGORITMOS EPSO Y SVM A LA INTELIGENCIA DE ENJAMBRES DE RPAS EN MISIONES DE SATURACIÓN DE DEFENSAS E ISR*.

Luisa, M., & Tortosa, S. (2013). *Agentes y enjambres artificiales : modelado y comportamientos para sistemas de enjambre robóticos*. *Agentes y enjambres artificiales : modelado y comportamientos para sistemas de enjambre rob .* 251.

Ryzerobotics. (2017). *Tello*. <https://www.ryzerobotics.com/es/tello-edu>

Santana, E. (2017). *Propuesta de sistema multi-UAV para aplicaciones de cobertura de área*. 154. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/456309/eesc1de1.pdf?sequence=1>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumínio-Cobre 131

Aplicação 8, 14, 19, 30, 34, 36, 38, 39, 46, 59, 81, 84, 121, 145, 146, 150, 156, 157, 158, 159, 180, 204, 209, 210, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 250, 267, 295, 304, 305

Aplicativos 145, 146, 147

Aprendizagem 36, 37, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 114, 145, 146, 147, 148, 149, 161, 179, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 244, 248, 249, 250

Arduino 79, 81, 83, 85, 296, 297

Atividades lúdicas 36, 39, 44, 46, 199

Atividades remotas 117

Audição 236, 237, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Aulas práticas 36, 38, 45

Automação 49, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 193, 296, 300, 305

Autônomo 8, 21, 47, 52, 53, 58, 224

Avaliação 5, 6, 18, 30, 35, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 66, 81, 90, 103, 109, 111, 113, 115, 126, 127, 129, 131, 145, 150, 157, 158, 159, 170, 171, 195, 220, 221, 223, 236, 237, 239, 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 292

B

Banco de dados 87, 88, 241, 299, 303, 307

Base tecnológica 6, 22, 64, 65

Big data 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279

Biomateriais 164, 165, 171

C

Capacidade funcional 123, 124, 125, 126, 127, 129, 237

Capacitação 2, 47, 49, 50, 51, 66, 67, 146, 149, 156, 160, 213, 283

Carro elétrico 178, 190, 191

Cibercultura 69, 76, 78

Coleta de dados 41, 86, 90, 91, 92, 93, 145, 150, 179, 196, 201

Conhecimento 1, 2, 3, 5, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 27, 29, 35, 38, 39, 42, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 58, 59, 61, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 84, 86, 92, 107, 113, 121, 147, 148, 149, 157, 159, 161, 179, 196, 197, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 217,

220, 250, 290, 291

Contratação 21, 47, 48, 54, 285

Coronavírus 69, 70, 72, 74, 75

COVID-19 117, 118, 120, 212

D

Desenvolvimento 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 46, 48, 49, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 72, 74, 75, 76, 79, 80, 82, 83, 87, 88, 89, 94, 105, 117, 120, 145, 148, 151, 178, 179, 193, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 206, 207, 212, 220, 224, 236, 237, 244, 249, 251, 256, 257, 267, 280, 281, 282, 283, 284, 289, 290, 291, 296, 297, 300, 302, 305, 306, 307

Dispositivo 10, 81, 82, 84, 165, 237

Docente 37, 39, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 74, 78, 103, 108, 160, 197, 199, 209, 218, 219

Drone 224

E

Educação 15, 26, 36, 37, 45, 47, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 59, 62, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 103, 105, 107, 113, 114, 115, 122, 125, 129, 147, 149, 161, 198, 199, 200, 207, 208, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 222, 223, 246, 250, 284, 291, 307

Eletromobilidade 178, 190

Empreendedorismo social 117

Empresas 2, 3, 4, 5, 6, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 48, 50, 64, 65, 66, 67, 68, 95, 96, 99, 100, 101, 120, 197, 256, 270, 275, 277, 278, 280, 281, 282, 284, 285, 288, 289, 290, 291, 292

Ensino 15, 23, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 69, 70, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 103, 114, 115, 116, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 160, 161, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 221, 222, 223, 244

Ensino-aprendizagem 36, 37, 38, 39, 45, 50, 52, 54, 146, 148, 197, 198, 199

Enxame 224

Estado funcional 123, 124, 125, 126, 128, 129

Exclusão digital 117, 121, 122

F

Formação 2, 7, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 59, 60, 62, 63, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 80, 87, 94, 108, 109, 113, 132, 143, 149, 191, 208, 210, 212, 213, 215, 216, 217, 282, 283, 286, 292

Funcionalidade 123, 124, 125, 127, 128, 129, 237

H

Híbrido 187, 194, 209, 211, 214, 215, 217, 218, 221, 222

I

Implante 236, 237, 238, 242, 243, 248, 249, 252, 253

Incubadoras 23, 64, 65, 66, 67, 68

Independência funcional 123, 124, 125, 126, 127, 128

Indústria 6, 12, 20, 26, 30, 35, 74, 131, 132, 165, 178, 179, 282, 283, 289, 290, 291, 297

Inovação 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 64, 65, 68, 71, 163, 208, 214, 216, 280, 281, 282, 283, 284, 289, 290, 291, 292, 293, 295, 307

Instagram 69, 70, 71, 74, 76, 77, 119, 122

Integrador 209, 211, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 223

J

Jogos eletrônicos 145, 146, 147, 148, 150, 159, 160, 161, 207

Jogos lúdicos 36, 38, 39, 45, 46

L

Laminação 131, 133, 134, 135, 136, 140, 143, 144

M

Matemática 37, 45, 47, 49, 51, 55, 79, 80, 82, 83, 85, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 157, 159, 160, 161, 208, 274

Microdureza 131, 133, 135, 140, 143, 144

Molhabilidade 163, 164, 166, 167, 170, 171, 172, 175, 176

Motores 20, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 190, 191, 193, 194, 195, 299

O

Organização 2, 6, 7, 27, 29, 60, 63, 73, 78, 81, 112, 196, 201, 210, 212, 237, 252, 292

Óxido de Titânio 164

P

Pandemia 48, 50, 51, 69, 70, 72, 74, 75, 78, 117, 118, 120, 121, 122, 208, 212

Pesquisa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 40, 41, 45, 55, 65, 69, 71, 76, 77, 79, 80, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 103, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114, 115, 116, 123, 124, 127, 129, 149, 150, 160, 165, 179, 190, 196, 198, 199, 200, 201, 206, 207, 217, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 236, 237, 238, 239,

240, 251, 256, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 290, 292, 296

Plasma 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 173, 176, 177, 261, 295

Poder público 86, 87, 90, 91, 93, 101

Políticas 5, 10, 15, 25, 26, 27, 35, 54, 61, 64, 65, 69, 78, 86, 87, 88, 90, 91, 93, 94, 105, 114, 147, 193, 214, 220, 280, 283, 284, 291, 292

Problemas 2, 6, 9, 10, 21, 22, 24, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 65, 80, 81, 83, 85, 96, 101, 102, 147, 148, 159, 160, 161, 165, 187, 199, 216, 217, 243, 247, 272, 273, 277

Programa 6, 9, 64, 65, 66, 67, 68, 73, 99, 163, 168, 170, 231, 232, 233, 239, 283, 290, 292, 300

Projeto 4, 18, 67, 75, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 103, 106, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 149, 157, 159, 192, 194, 204, 209, 211, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 256, 290, 297

Q

Qualidade 12, 21, 26, 37, 53, 59, 60, 74, 77, 123, 127, 128, 129, 136, 149, 161, 197, 213, 216, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 243, 244, 248, 252, 253, 263, 281, 283, 296, 297, 300, 301, 305

R

Reatores nucleares 256

Recristalização 131, 135, 140, 143, 144

Resolução 9, 10, 21, 47, 49, 51, 54, 55, 80, 85, 107, 147, 148, 157, 158, 159, 160

Revisão 32, 40, 119, 123, 124, 125, 126, 129, 130, 150, 152, 157, 178, 179, 190, 191, 207, 209, 221, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 248, 249, 250, 251, 280, 282

Robótica 79, 80, 82, 83, 84, 85, 225, 227, 294, 296, 297, 298, 306

Rugosidade 164, 168, 170, 171, 172, 175

S

Semi-autônomo 224

Sistema 4, 5, 6, 10, 12, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 34, 61, 83, 84, 97, 120, 150, 166, 178, 179, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 193, 194, 225, 226, 235, 275, 280, 281, 282, 283, 284, 290, 291, 294, 296, 297, 298, 299, 302, 305, 306

Softwares 47, 48, 53, 88, 89, 145, 148, 149

Solda 256, 257, 259, 261, 262, 263, 265, 267

Solidificação direcional 131

Stakeholder 118, 119, 120

Sustentabilidade 85, 178, 291, 295

T

Tabela periódica 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Tecnologia 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 47, 49, 51, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 74, 77, 78, 80, 85, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 113, 114, 116, 118, 119, 120, 146, 147, 160, 161, 178, 183, 184, 190, 192, 193, 197, 198, 202, 210, 212, 214, 222, 223, 257, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 291, 292, 293, 295, 296, 307

Tecnologias digitais 54, 79, 80, 197

Tecnologização 69

Topografia 163, 166, 168, 170, 175

Transferência de tecnologia 6, 24, 64, 65

Tratamento térmico 131, 132, 133, 143, 262

Treinamento 26, 48, 49, 50, 51, 52, 53

V


Vulnerabilidade social 117, 121





Vygotsky 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 78, 208

W

Web crawler 86, 88, 89, 91, 92, 93, 94

Websites 88

A circular inset image showing a close-up of several glass vials in a laboratory setting, viewed through a microscope. The vials are arranged in a row, and the focus is on the central ones. The background is dark and blurred.





www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
@atenaeditora 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento



www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciência, tecnologia e inovação:

3

Fatores de progresso e de desenvolvimento