



COMO UM DRONE VOA? DESCUBRA NAS AULAS DE FÍSICA !

Michael Zardo, Universidade de Caxias do Sul - EXATAS,
mzardo3@gmail.com, orcid:0000-0003-2938-1874

Cristine Elisa Ramos dos Reis, Universidade de Caxias do Sul - PPGE CiMa,
cerreis@ucs.br, orcid:0000-0003-2339-4981

Carine Geltrudes Webber, Universidade de Caxias do Sul - PPGE CiMa,
cgwebber@ucs.br, orcid:0000-0001-7778-6740

Resumo. *O presente trabalho tem como objetivo investigar o uso de minidrones no ensino de Física. Nele apresenta-se uma proposta de ensino da área da Mecânica para estudantes do Ensino Médio. Os conceitos tratados compreendem o deslocamento, a velocidade, a queda dos corpos e a aceleração. Partindo-se das dúvidas e questionamentos que a Física suscita no Ensino Médio, aliada a necessidade de integração com tecnologias e novos saberes, elaborou-se um projeto utilizando um minidrone programável modelo Airblock. Os resultados evidenciaram engajamento dos estudantes em todas as tarefas, revelando que o uso do minidrone propiciou um ambiente criativo, inspirando aprendizagens que se estenderam aos domínios da programação e do pensamento computacional.*

Palavras chaves: *Ensino da Física, Minidrone, Pensamento Computacional*

HOW DO DRONES FLY? FIND OUT IN PHYSICS CLASS!

Abstract. *The present work aims to investigate the use of mini-drones in the teaching of Physics. It presents a teaching proposal in the area of Mechanics for high school students. Treated concepts include displacement, velocity, falling bodies and acceleration. Building on the doubts and questions that physics raises in high school, coupled with the need for integration with technologies and new knowledge, a project was prepared using a programmable mini-drone Airblock model. The results highlighted student engagement in all tasks, revealing that the use of minidrone provided a creative environment, inspiring learning that extended to the domains of programming and computational thinking.*

Keywords: *Physics Teaching, Minidrone, Computational Thinking*

1. Introdução

Um drone é um veículo aéreo, controlado remotamente, e que não é tripulado¹. Surgiu por volta dos anos 60, mas foi durante os anos 80 que começou a chamar atenção por conta de seu uso em meios militares (Rodrigues, 2015). No ensino das áreas STEAM

¹ Disponível em <https://www.faa.gov/uas/>
V. 19 N° 2, Dezembro, 2021
DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.121229>



(Ciências, Tecnologias, Engenharia, Artes e Matemática (BYBEE, 2010)) é notável a evolução percebida tanto nos produtos^{2,3} quanto nas estratégias pedagógicas^{4,5} disponíveis. Diversos projetos têm demonstrado que é possível desenvolver-se drones seguros e robustos para o contexto escolar, adaptando-os ao ensino de variados componentes curriculares (BARATA, 2016; CARNAHAN, ZIEGER e CROWLEY, 2016; PALAIGEORGIOU, MALANDRAKIS e TSOLOPANI, 2017; LESICAR e BOZIC, 2021).

No Ensino da Física, o uso dos drones na sala de aula favorece reflexões sobre as concepções prévias dos estudantes, contextualiza e ressignifica as Ciências, diversifica as práticas pedagógicas e promove a integração e colaboração entre os estudantes. De fato, compreender a Física é necessário para explicar como um drone voa⁶. Os drones usam rotores para propulsão e controle. Eles foram projetados de forma que as hélices empurram o ar para baixo. Como as forças vêm em pares, quando o rotor empurra o ar para baixo, o mesmo ar empurra o drone para cima. Assim, quanto mais rápido os rotores giram, maior será a força gerada para subir.

Os drones apresentam comportamentos que os tornam muito úteis: podem pairar, subir ou descer, carregar e descarregar itens, produzir imagens e coletar dados a partir de sensores. Todos esses recursos e componentes justificam o crescente interesse pelos drones nos setores produtivos da sociedade. Some-se a isso o fato de que eles podem ser programados para executar tarefas de forma autônoma, independente de um controle externo e até empregar métodos sofisticados de Inteligência Artificial.

No componente curricular da Física, interesse primário do trabalho aqui apresentado, destaca-se a área da Mecânica. A Mecânica estuda os movimentos dos corpos. Um drone pode executar ações úteis para a compreensão dos fenômenos físicos relacionados a força gravitacional, movimento, aceleração, inércia e rotação. Para exemplificar, pairar significa que os quatro rotores estão empurrando o drone para cima, igualando-se à força gravitacional. Para subir, a velocidade dos rotores deve ser aumentada, produzindo uma força ascendente maior que o peso do próprio drone. Para descer, deve-se diminuir o impulso aos poucos para que a força da gravidade empurre o drone para baixo. Para os movimentos de deslocamento e rotação, os rotores precisam ser coordenados para atuarem em diferentes velocidades, gerando os movimentos desejados. Diversos outros elementos podem se somar a estes descritos.

Partindo-se dessas possibilidades, este trabalho descreve e avalia uma proposta pedagógica. O artigo se organiza em três seções. A próxima seção descreve os materiais utilizados e o planejamento didático elaborado. A terceira seção apresenta o desenvolvimento do experimento e os resultados percebidos. Por fim, a quarta seção conclui o artigo identificando as limitações do estudo e as lições aprendidas.

2. Materiais e Método: Planejamento das Atividades

² Disponível em

<https://www.kickstarter.com/projects/makeblock/airblock-the-modular-and-programmable-starter-dron>

³ Disponível em <https://www.dji.com/br/products/steam>

⁴ Disponível em <http://iisit.org/Vol16/IISITv16p061-070NgW5569.pdf>

⁵ Disponível em <https://www.dronegenuity.com/classroom-drones-improving-steam-education/>

⁶ Disponível em <https://www.rthdrone.com/como-um-drone-pode-voar-fisica-logico.html>

A fim de planejar atividades para o ensino da Mecânica, de forma integrada com um drone, desenvolveu-se um projeto em uma Escola Estadual de Ensino Médio, para estudantes do primeiro ano. Selecionou-se o minidrone programável da marca Airblock (Kickstarter, 2018). Ele é um produto educacional, podendo ser configurado de várias formas (ar, água ou solo), conforme ilustrado na figura 1(a). Ele é feito de espuma leve, projetada para ser macia, forte e durável. As hélices que produzem o movimento são protegidas por hexágonos. O drone é seguro para voar em ambientes fechados, com obstáculos e na presença de crianças. As suas partes se acoplam magneticamente. Em caso de colisão o drone se desmonta para não machucar e suas partes ficam protegidas pela espuma. A programação do minidrone é feita por meio de aplicativo próprio, utilizando uma linguagem visual de blocos (figura 1(b)). O minidrone pode ser controlado via aplicativo ou programado para tarefas específicas.

Figura 1- (a) Composições do minidrone. (b) Blocos de programação



(a)

(b)

Fonte: Página da internet da marca Airblock⁷

O planejamento didático foi desenvolvido conjuntamente pela professora de Física da escola e por um estudante formando em Engenharia de Controle e Automação, fundamentando-se na Teoria das Situações Didáticas (BROUSSEAU, 1999). A Teoria das Situações Didáticas foi concebida originalmente para o ensino de Matemática, tendo sido posteriormente incorporada pela didática de outras disciplinas, como a Física. Ela propõe que é papel do professor elaborar situações de aprendizagem baseadas em problemas para os quais os estudantes precisam produzir soluções, mobilizando os conhecimentos visados pelo processo de ensino e aprendizagem. Contudo, cabe ao professor não limitar-se a ensinar problemas e métodos. O professor deve criar situações

⁷ Disponível em <https://www.makeblock.com/steam-kits/airblock>
V. 19 N° 2, Dezembro, 2021
DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.121229>



e problemas em que os estudantes devam elaborar perguntas, refletir sobre os métodos, recontextualizando assim os saberes. Ainda, quando os estudantes reconstruem seus saberes, resolvem os novos problemas, ocorre uma repersonalização dos saberes. Do ponto de vista dos estudantes, Brousseau defende que eles não devem apenas conhecer leis e teoremas, aplicar métodos e resolver problemas. Os estudantes devem ser capazes de construir perguntas, refletir sobre a qualidade das perguntas, produzir respostas, bem como formalizações e provas, e avaliar as produções.

O uso do minidrone foi fundamental para criar um processo reflexivo e questionador. Espera-se que ele contribua para promover aprendizagens e recontextualizar os conhecimentos prévios aprendidos pelos estudantes, aplicando-os ao universo do funcionamento de um drone. Sendo assim, estruturou-se um planejamento didático distribuído em seis encontros, detalhados na tabela 1.

Tabela 1- Planejamento didático para integração de minidrone ao ensino de Física

<i>Encontro</i>	<i>Objetivo do encontro</i>	<i>Atividades com estudantes</i>
1	Apresentação do projeto e identificação das concepções prévias dos estudantes.	Dinâmicas individuais e em grupos, familiarização com terminologias da Física. preenchimento de questionário inicial.
2	Apresentar o minidrone, explicar como ele opera e pode ser controlado.	Tocar, montar, configurar o minidrone, utilizar aplicativo de controle do minidrone, pilotar e realizar manobras, reportar primeiras impressões, dificuldades observadas, concepções prévias.
3	Associar o estudo dos conceitos de velocidade ao controle do drone por meio de pilotagem manual.	Criar cenário de controle do minidrone, pilotá-lo e medir distâncias percorridas e calcular as velocidades, reportar dúvidas, compartilhar aprendizados.
4	Associar o estudo dos conceitos de aceleração e queda livre ao controle do drone por meio de pilotagem manual.	Criar cenário de controle do minidrone, pilotá-lo, explicar os comportamentos observados por meio dos conceitos de força gravitacional, aceleração, inércia, queda livre e rotação, reportar dúvidas, compartilhar aprendizados.
5	Desenvolver os princípios da programação visual (estruturas de controle, blocos, variáveis) e realizar testes com o minidrone.	Explicar princípios da lógica de programação, exemplificar com pequenos programas, propor desafios envolvendo a programação do minidrone em um circuito na sala de aula, reportar dúvidas, compartilhar aprendizados.
6	Avançar no desenvolvimento dos princípios da programação visual e realizar testes com o minidrone.	Propor desafios envolvendo a programação do minidrone em um novo circuito na sala de aula, reportar dúvidas, compartilhar aprendizados, preenchimento de questionário inicial.

O primeiro encontro foi planejado para promover a interação entre os estudantes e o Engenheiro em formação. Buscou-se criar momentos explicativos, para conversas e especialmente para a familiarização com os temas envolvendo drones, aviação, V. 19 N° 2, Dezembro, 2021



programação e sua associação à área da Física (Mecânica). À medida que os encontros avançam deve-se propor atividades que aprofundem os conhecimentos da Física por meio do uso e controle do minidrone. No segundo encontro, o minidrone e os aplicativos que acompanham são apresentados. Os estudantes podem manipular e montar diferentes arquiteturas. Deve ocorrer uma demonstração do seu funcionamento e os estudantes podem testá-lo e pilotá-lo livremente, de modo a aprender como operá-lo.

O terceiro e quarto encontros se concentram na descoberta do minidrone através dos conceitos e teorias da Física. Conceitos comumente desenvolvidos no quadro negro (força, aceleração, velocidade, gravidade,...), passam a ser discutidos no contexto das operações e do funcionamento do minidrone. Os desafios de pilotagem em circuitos elaborados na sala de aula devem ser incentivados e associados com os conceitos da Mecânica, previamente elencados na tabela 1.

O quinto e sexto encontros exploram o uso de recursos da programação visual para controle das ações do minidrone. Inicialmente devem ser apresentados os conceitos básicos de lógica de programação (sequenciamento, instruções, controles e variáveis) para então propor atividades e desafios envolvendo circuitos, tarefas de rastreamento e monitoramento, entre outras. As atividades podem ser adaptadas a cada contexto escolar e maturidade tecnológica.

3. Resultados e Discussão

O experimento foi realizado em uma Escola Estadual de Ensino Médio, tendo havido autorização da direção e consentimento dos estudantes. Participaram das atividades propostas dezessete estudantes do primeiro ano do Ensino Médio (14-16 anos). As atividades iniciaram-se com os estudantes respondendo perguntas acerca dos drones, relacionando-os com conceitos da Física. Esta etapa inicial permitiu interações, conversas e questionamentos que revelaram as concepções dos estudantes sobre movimento e força. Foi aplicado também um questionário com questões abertas sobre usos e programação de drones.

Os estudantes foram questionados sobre o que conheciam a respeito dos drones. Apenas um deles sinalizou não conhecer nada. Contudo, embora a maioria dos estudantes tenha respondido já ter conhecimento, apenas oito estudantes (50%) afirmaram já ter visto um. Quando questionados sobre a utilização dos drones, onze estudantes (65%) responderam que são usados para captar imagens aéreas, se limitando apenas a essa resposta. Outros estudantes atribuíram tarefas de monitoramento, entretenimento e pesquisa. Nenhum dos estudantes manifestou ter conhecimento sobre o uso dos drones na educação.

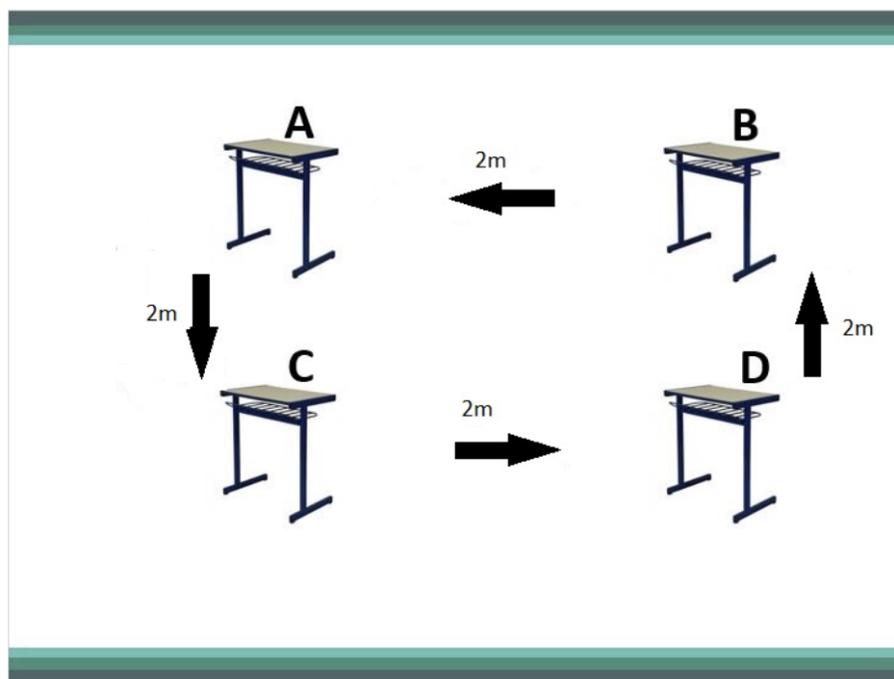
Sobre a programação de drones, boa parte dos estudantes tem a percepção de que os drones podem ser programados (65%). Os estudantes demonstraram interesse em conhecer mais sobre os drones, sobre a programação e o controle associados. Quanto questionados sobre conceitos da Física, envolvendo deslocamento, velocidade, aceleração e queda livre, obteve-se respostas variadas, algumas vezes revelando dúvidas e concepções errôneas sobre as grandezas físicas. Quanto perguntado se gostariam de

aprender tais conceitos da Física por meio do uso de um drone, dez estudantes (59%) responderam positivamente à proposta.

No segundo encontro, os estudantes tiveram acesso ao minidrone, quando então receberam informações sobre as atividades a serem realizadas. Além do minidrone, foi apresentado e explicado o aplicativo de programação. Foi feita uma apresentação detalhada sobre o funcionamento do minidrone, como montá-lo e desmontá-lo, pelo Engenheiro em formação. Foi explicada cada função disponível no aplicativo, desde os métodos de entrada, até cada botão do controle remoto. Logo após, os estudantes tiveram a oportunidade de pilotá-lo, de forma livre, para se familiarizar com a pilotagem.

No terceiro encontro, uma primeira atividade foi desenvolvida para abordar os conceitos de deslocamento e velocidade média, tendo sido realizada dentro da sala de aula. As atividades ao ar livre se tornam mais difíceis quando há muito vento. Foram utilizadas quatro mesas da sala de aula (A, B, C e D), representando um percurso (A -> C -> D -> B -> A) que deveria ser executado por todos os estudantes (esquema da figura 2). Todos os estudantes realizaram o percurso conduzindo o drone via controle remoto do aplicativo.

Figura 2- Primeira atividade de pilotagem proposta no terceiro encontro



Fonte: os autores

Limitou-se o número de tentativas de cada estudante a quatro. Isso foi necessário pois possuía-se apenas duas baterias para o minidrone, cada uma com autonomia de aproximadamente 25 minutos. O percurso total foi previamente medido, correspondendo a oito metros. Os estudantes utilizaram seus tempos para calcular a



velocidade média do drone. Os resultados estão apresentados na tabela 2. Nesta tarefa o professor de Física realizou a revisão dos cálculos da velocidade, já que apenas quatro estudantes souberam calcular corretamente.

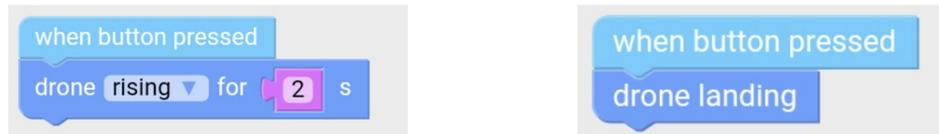
No quarto encontro, os estudantes utilizaram o minidrone para estudar os conceitos de força gravitacional, aceleração, inércia, queda livre e rotação. Foi proposta uma segunda atividade, sendo solicitado que os estudantes realizassem o mesmo percurso da primeira atividade. Para dificultar, o drone deveria passar por baixo das mesas B e C. A variação da altura aumenta a dificuldade no controle do minidrone, tanto na subida como na descida. Para além das habilidades de pilotagem, a temática da Mecânica dos corpos se apresentou diferentemente, sendo necessário rever conceitos de força gravitacional, rotação e inércia de forma aprofundada. Ao longo das atividades os questionamentos foram constantes, tanto por parte dos estudantes quanto do professor, provocando e mediando as interações entre eles.

Tabela 2- Resultados da velocidade média do minidrone na primeira atividade de pilotagem

Aluno	Tempo	Velocidade
1	Não completou	
2	120s	0,06 m/s
3	Não completou	
4	38s	0,21 m/s
5	21 s	0,38 m/s
6	13 s	0,61 m/s
7	Optou por não realizar	
8	19 s	0,42 m/s
9	16 s	0,5 m/s
10	25 s	0,32 m/s
11	19 s	0,42 m/s
12	16 s	0,50 m/s
13	16 s	0,50 m/s
14	13 s	0,61 m/s
15	13 s	0,61 m/s
16	20 s	0,40 m/s
17	Não completou	

Nos encontros seguintes, além dos princípios de programação, foram demonstradas as funcionalidades do aplicativo para programar os desafios da primeira e da segunda atividades propostas. A figura 3 apresenta os blocos de programação para decolagem (a) e pouso (b) do minidrone.

Figura 3 - Programação de ações de decolagem (a) e pouso (b) do minidrone



(a) decolagem

(b) pouso

Fonte: os autores

O minidrone pode ainda ser programado para realizar um amplo conjunto de ações que geram os movimentos desejados, tais como: avançar, retornar, virar à esquerda, virar à direita, rotacionar um dado ângulo. A figura 4 ilustra uma programação para o minidrone executar o trajeto da segunda atividade.

Figura 4 - Programação para execução da segunda atividade.



Fonte: os autores

A etapa de programação do minidrone exigiu bastante tempo e atenção dos estudantes, pois eles nunca haviam realizado nenhuma atividade similar. Alguns estudantes encontraram dificuldade em organizar logicamente a sequência de ações para que o dispositivo realizasse o percurso corretamente. Com auxílio, eles foram aos poucos compreendendo a tarefa de programação.

Com a conclusão das atividades propostas, foi solicitado aos estudantes que fizessem uma lista de aspectos positivos e negativos percebidos na experiência com o drone. Sumarizando as respostas, percebeu-se que todos os estudantes aprovaram a experiência. Diversos apontaram a dificuldade de controlá-lo e sinalizaram que a vida



das baterias era curta, em relação às expectativas de uso do dispositivo. As observações foram anotadas, sendo algumas transcritas como segue:

"Melhorou a aprendizagem de conteúdos de forma divertida e diferenciada. "

"Aprendi a base para conseguir usar um drone e a relação com a física."

"Melhorou o entendimento da turma em relação aos cálculos de física, o drone é muito fácil de montar e desmontar."

"Melhorou o entendimento do conteúdo de forma divertida."

"Foi legal, deu pra entender mais sobre a física, tem que mentalizar e ser rápida para conseguir movimentar o drone melhor. "

Não foi relatado nenhum aspecto negativo de oposição ao uso do dispositivo. Por meio das respostas, os estudantes explicitaram o interesse no uso e controle do minidrone e, por consequência, relataram que houve melhora na aprendizagem dos conteúdos relacionados à Física. A forma de aprendizagem foi considerada divertida e diferenciada. Os estudantes não tiveram dificuldade na montagem do equipamento, se sentiram confiantes em realizar as atividades, especialmente pelo fato de que o minidrone utilizado não apresentava risco de quebrar ou ferir alguém. As tarefas de programação foram consideradas as mais desafiadoras, pela ausência de experiências computacionais anteriores.

4. Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo relatar um experimento no uso de minidrones como ferramenta no ensino de Física. Neste artigo em particular, descreveu-se uma proposta de ensino para estudantes do Ensino Médio. Os conceitos abordados compreendem a área da Mecânica, em especial tratando do movimento, forças, velocidade, queda e aceleração. Neste projeto, escolheu-se a Física (Mecânica) dado que não há como não pensar nela ao visualizar-se um drone no céu, parecendo natural que ele esteja presente nas aulas de Física. Os drones nem mesmo existiriam, se não houvesse o corpo de conhecimentos e descobertas da Física.

As áreas STEAM são consideradas as mais propícias para a inserção do uso de drones no ensino. Utilizou-se neste contexto um minidrone programável modelo Airblock. Os estudantes, com o uso de drones, puderam desenvolver as atividades que foram propostas, realizar trajetórias de forma manual e programada.

A aceitação tanto da escola, como da turma, foi positiva. Os estudantes participaram e demonstraram interesse em realizar as tarefas que lhes foram propostas. Todos puderam ter o contato direto com o minidrone, o que colaborou com o engajamento da turma. Apesar da maioria conhecer esse tipo de dispositivo, eles nunca haviam tido a oportunidade de pilotar um. Notou-se também que o conteúdo da Física escolhido harmonizou-se bem com as atividades desenvolvidas, permanecendo como eixo norteador das interações. Percebeu-se que como a Mecânica é comumente tratada



de forma teórica em sala de aula, pode mascarar algumas concepções errôneas (como apontam estudos precedentes).

Quanto aos requisitos físicos do minidrone, ele foi considerado bem adequado. O material de fabricação é leve, dificilmente quebra, sendo de fácil montagem e desmontagem. Suas hélices são protegidas, sem risco de acidentes. Quanto ao controle foram observadas limitações em ambientes externos, onde esteja ventando. Resíduos sobre as hélices também pode causar dificuldade em conduzi-lo. Com relação a programação, a linguagem visual é de fácil aprendizado e auto explicativa, contendo vários comandos pré-programados. Todavia, ela requer conhecimento de vocabulário técnico em língua inglesa, uma vez que tanto o aplicativo quanto a programação se baseiam neste idioma. Para concluir, entende-se que os drones em geral constituem um recurso útil, atraente e válido para serem integrados às práticas pedagógicas.

5. Referências

BARATA, Cláudia. Programar com Entusiasmo e Motivação Usando Pequenos Drônes. 2016. Disponível em: <<http://eventos.ccems.pt/2016/userfiles/File/caudiabarata.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2018.

BROUSSEAU, Guy. Théorie des situations didactiques: Didactique des Mathématiques 1970-1990. Pensée sauvage, 1999.

BYBEE, R. W. What is STEM education? Science, American Association for the Advancement of Science (AAAS), v. 329, n. 5995, p. 996–996, aug 2010.

CARNAHAN, Chris; ZIEGER, Laura; CROWLEY, Kimberly. Drones in Education: Let Your Students' Imagination Soar. International Society for Technology in Education, 2016.

KICKSTARTER. Airblock: The Modular and Programmable Starter Drone. 2018. Disponível em: <<https://www.kickstarter.com/projects/makeblock/airblock-the-modular-and-programmable-starter-dron>>. Acesso em: 10 out. 2021.

LESICAR, J.C., BOZIC, D. Current Status of the use of Drones in Education in Croatia. Interdisciplinary Description of Complex Systems 19(1), 160-167, 2021.

MAKEBLOCK. 2018. Disponível em: <<https://www.makeblock.com/steam-kits/airblock>>. Acesso em: 10 out. 2021.

PALAIAGEORGIOU, George; MALANDRAKIS, George; TSOLOPANI, Christine. Learning with drones: Flying windows for classroom virtual field trips. In: 2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). IEEE, 2017.

RODRIGUES, Elder Soares. Aspectos regulatórios da operação de veículos aéreos não tripulado. Anais do XIII Rio de Transportes. Rio de Janeiro, 2015

RTH DRONE. Como um drone pode voar? Física lógico! 2018. Disponível em: <<https://www.rthdrone.com/como-um-drone-pode-voar-fisica-logico.html>>. Acesso em: 24 set. 2021.