

# Plataforma baseada em drones para apoio ao processo pedagógico

Igor Yepes<sup>1</sup>, Dante Augusto Couto Barone<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar)  
Frederico Westphalen – RS – Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Informática na Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre – RS – Brasil

igor.yepes@iffarroupilha.edu.br, barone@inf.ufrgs.br

**Abstract.** *With a view to the growing need for educational technologies that capture students' interest, with effective meaningful learning using active methodologies, fostering self-discovery and reinforced by a spiral curriculum, this work proposes a pedagogical platform based on drones, which will serve as a basis for teaching STEM subjects. The platform will be developed according to needs raised with education specialists, who will evaluate possibilities of use in class, helping in the definition of the modules to be developed. The results will be validated by classroom practices, enabling a quali-quantitative assessment in terms of meaningful learning.*

**Keywords:** Educational robotics, drones, meaningful learning, spiral learning.

**Resumo.** *Com vistas à crescente necessidade de tecnologias educativas que capturem o interesse dos alunos, com uma efetiva aprendizagem significativa com uso de metodologias ativas, fomentando a capacidade de autodescoberta e reforçado por um currículo em espiral, este trabalho propõe uma plataforma pedagógica baseada em drones, que servirá como base para ensino de disciplinas STEM. A plataforma será desenvolvida conforme necessidades levantadas com especialistas em educação, os quais avaliarão possibilidades de uso em aula, à luz das teorias de aprendizagem aqui enfocadas, auxiliando na definição dos módulos a serem desenvolvidos. Os resultados serão validados por práticas em aula, possibilitando uma avaliação quali-quantitativa em termos de aprendizado significativo.*

**Palavras chaves:** Robótica educativa, drones, aprendizagem significativa, aprendizagem em espiral.

## 1. Introdução

O ensino de certos conteúdos em disciplinas de áreas STEM (acrônimo do Inglês *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) encontra uma série de barreiras que, por vezes, dificultam e até mesmo impedem o aprendizado por parte dos alunos. Tais barreiras, vão desde concepções alternativas ou *misconceptions*, interpretações próprias e equivocadas dos alunos sobre o mundo que os cerca [Gurel, 2015], até a desmotivação que muitos encontram com relação a essas disciplinas, por carregarem o preconceito de serem difíceis de assimilar pela sua alta complexidade. Pode-se destacar ainda, que grande parte dos alunos consegue utilizar processos algorítmicos para resolver problemas sem ter uma completa concepção dos conceitos científicos envolvidos. Segundo Arroio (2006), “Em geral eles memorizam equações e esquemas para resolução de problemas, mas apresentam um desempenho sofrível em teste de compreensão conceitual.”.

Fica clara a necessidade de um maior empenho no uso de metodologias e tecnologias que consigam atrair a atenção dos jovens para além das redes sociais. Nesse sentido, há um crescente uso de robótica educativa, realidade virtual, realidade aumentada, jogos computacionais e outras vertentes tecnológicas com foco nos processos pedagógicos, que buscam despertar o interesse dos alunos, com aulas mais envolventes, nas quais possam aprender diversos conceitos que, de outra forma, seriam repassados de maneira totalmente teórica e tediosa na visão desse público, o qual passa pela disciplina como mero espectador, aprendendo mecanicamente, sem realmente assimilar o conteúdo.

Seguindo o rumo já traçado em vários estudos sobre uso de robótica educativa em sala de aula [Costelha e Neves, 2018], [Junior et al, 2018], [Plaza et al, 2018], [Abreu e Bastos, 2015], [González e Jiménez, 2009], vislumbra-se o surgimento de uma tecnologia que, por ora, está subutilizada pela área de ensino: os drones multirrotores. Esses equipamentos robóticos apresentam uma série de características que os torna de alto interesse para alunos e professores, pois possibilitam a realização de uma gama de atividades que podem, se bem aplicadas, propiciar momentos de aprendizado, interação e reflexão diferenciados para os alunos, por se tratar de equipamentos que possuem características muito peculiares em relação aos robôs tradicionais.

Este trabalho busca embasamento nas teorias de Jerome S. Bruner, psicólogo e pedagogo norte-americano, forte impulsionador da psicologia cognitiva e criador da teoria da aprendizagem em espiral; e de David P. Ausubel, psicólogo da educação norte-americano, criador do modelo teórico da aprendizagem significativa. Vislumbra-se uma grande afinidade nessas teorias, permitindo formar uma base complementar e norteadora para a proposta aqui descrita, seguindo uma estrutura de ensino em espiral que culmine em um processo de aprendizagem significativa, com vistas à utilização de uma ferramenta pedagógica composta por uma plataforma de robótica educativa baseada em drones.

## **1.1 Aprendizagem em espiral**

Bruner, baseou sua teoria na noção de que a inteligência é um processo biológico que estimula as estruturas mentais. Buscou respaldo na teoria construtivista de Piaget [Moreira, 2011], pois para ele, a aprendizagem também é um processo de construção do conhecimento.

Bruner afirma que qualquer conhecimento pode ser ensinado a qualquer indivíduo em qualquer estágio de desenvolvimento. Para conseguir isso, o processo deve iniciar com metodologias ativas e intuitivas e, posteriormente, podem ser utilizadas formas de representação cada vez mais elaboradas, simbólicas e conceituais. Segundo Bruner (1960), “As ideias abstratas mais complexas podem converter-se em uma forma intuitiva que esteja ao alcance do aprendiz para ajudá-lo a chegar à ideia abstrata que deve ser dominada”. Essa aproximação traz como consequência a necessidade de que os currículos converjam para um processo em espiral, retomado constantemente e em níveis cada vez mais amplos os núcleos básicos de cada matéria [Bruner, 2001].

Para Bruner, na aprendizagem em espiral, os conteúdos devem ser apresentados pelo professor de diferentes formas, sempre levando em conta o aproveitamento de conceitos prévios já assimilados pelos alunos, possibilitando a introdução de novos conceitos que se conectem com esses. Deve ser adotada uma metodologia de apresentação do conteúdo, a qual não pode ser desconexa, e deve seguir uma sequência lógica, o que vai facilitar a compreensão do conteúdo. Bruner sugere que o professor trabalhe com a técnica da experimentação, mediante ação do sujeito sobre os objetos a serem aprendidos. É a experimentação, aliada à metodologia utilizada pelo professor, que vai facilitar o processo de aprendizagem, tecendo a conexão entre os novos conteúdos e os conceitos já formados pelo aluno.

Bruner propõe o currículo em espiral, o qual apresenta o mesmo conteúdo, gradativamente, de maneiras diferentes. Antes de apresentar o conteúdo, o professor necessita saber quais são os conhecimentos que os alunos já trazem consigo e, a partir desse conhecimento é que o professor começa a planejar a forma como conduzirá a exploração dos novos conceitos, os quais irão sendo apresentados gradativamente, aproveitando as diferentes inteligências dos alunos (formas de assimilação), mediante aulas dialógicas, uso de recursos audiovisuais, por exploração concreta, entre outras que forem consideradas relevantes para facilitar a assimilação do tema.

Bruner ressalta que na educação são muito importantes os materiais educativos; é importante ter ferramentas de ensino, manipular dispositivos que permitam e facilitem o descobrimento e a aprendizagem. Entretanto isso não é o problema mais importante da educação. Para Bruner (1960) “as ajudas são instrumentos para contribuir com o atingimento de um objetivo educacional; são esses objetivos e não a existência de ferramentas o que determina o equilíbrio...”. A grande responsável por transportar o aluno de um nível de representação para outro mais elevado é a aquisição da linguagem. A linguagem é uma das grandes ferramentas utilizadas pelo aluno para compreender aquilo que lhe é transmitido, podendo assim, formular novos conceitos. Nesse quesito, torna-se importante que o professor saiba adequar a linguagem utilizada ao público alvo de forma adequada, permitindo que o aluno compreenda o que está sendo ensinado.

A relação ensino aprendizagem carrega algumas características específicas que devem ser observadas pelo professor, e podem auxiliar o processo de aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo do aluno. Segundo Bruner (1973), necessita haver predisposição do aluno para a aprendizagem, a qual deve ser propiciada pelo professor, mediante a identificação dos conhecimentos prévios do aluno, necessários para vincular os novos conceitos que serão ensinados; deve existir preocupação com a estrutura e forma do conhecimento, onde a estrutura diz respeito aos processos mentais já internalizados no aluno, e a forma do conhecimento se refere à forma como esse aluno está pronto ou não para receber novos aprendizados (o planejamento da ação pedagógica necessita aliar a forma à estrutura, de maneira lógica propiciando a conexão entre conhecimentos prévios e novos conteúdos); e, por fim, deve existir um reforço, um estímulo que leva o aluno a se interessar por aquilo que é apresentado em sala de aula - ao elaborar o seu plano de ensino, o professor já deve pensar em estratégias para reforçar a aprendizagem.

Para Bruner, o que importa não são as coisas específicas que se aprendem, mas sim o aprender a aprender. Ou seja, que os aprendizes aprendam procedimentos para resolução de problemas, que aprendam a buscar referências que lhes permitam posicionar-se ante um questionador. Assim, os procedimentos utilizados para resolver problemas devem ser mais valorizados que as soluções, pois o saber é um processo, não um produto [Bruner, 2006].

## **1.2 Aprendizagem significativa**

Ausubel, tal como Bruner, enfatiza o processo cognitivo na aprendizagem. Segundo ele, a estrutura cognitiva representa o conteúdo total e organizado de ideias de um dado indivíduo. A ênfase de Ausubel se dá na aquisição, armazenamento e organização das ideias no cérebro do indivíduo. Para ele, toda estrutura cognitiva tem pontos de ancoragem, assim, novos conceitos vão se conectar a esses pontos de ancoragem, se organizando e sendo então internalizados (aprendidos).

Aprendizagem, para Ausubel, consiste na ampliação da estrutura cognitiva existente através de incorporação de novas ideias. Nesse aspecto, o aprendizado pode ser categorizado como mecânico ou significativo. Na aprendizagem significativa uma nova informação é

relacionada com algum aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo, um subsunçor, o qual possibilita que essa nova informação seja incluída na estrutura cognitiva. Assim, essa nova informação se relaciona de forma não arbitrária (relação lógica e explícita) e substantiva (após o aprendizado, o indivíduo conseguirá explicar o novo conceito com suas próprias palavras) com as ideias pré-existentes. Já na aprendizagem mecânica, as novas ideias ou informações não se relacionam de forma lógica e clara com conceitos previamente existentes na estrutura cognitiva do indivíduo; não há um conceito subsunçor na estrutura para ancorar essa nova informação, assim, essa nova informação pode ser incorporada na estrutura cognitiva de forma mecânica, por exemplo mediante memorização, sendo armazenada de forma arbitrária, não tendo garantia de flexibilidade no uso nem de longevidade dentro da estrutura. Entretanto, para Ausubel não há distinção entre aprendizagem significativa e mecânica, sendo ambas componentes de um processo contínuo de aprendizagem, pois ora o indivíduo aprende de forma significativa, ora de forma mecânica [Ausubel, 2000].

Segundo Ausubel (2000), a aprendizagem pode ser processada de duas maneiras diferentes: por recepção ou por descoberta. Na aprendizagem por recepção, mesmo se tratando, por exemplo, de uma aula expositiva, internamente haverá bastante atividade por parte do indivíduo, pois os subsunçores estarão interagindo com novas informações, permitindo sua incorporação, e reestruturando a estrutura cognitiva. Já na aprendizagem por descoberta, o conteúdo deve ser revelado pelo aprendiz. Assim, ao invés dele receber os conceitos ou ideias, ele deve realizar a descoberta utilizando os recursos que lhe forem disponibilizados.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), "o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averígue isso e ensine-o de acordo.". Caso a pessoa não conheça nada sobre um determinado tema, aprenderá de forma mecânica até gerar pontos de ancoragem sobre o assunto na estrutura cognitiva. À medida que essa aprendizagem deixa de ser mecânica, gerando subsunçores na estrutura, passa a ser significativa, propiciando pontos de ancoragem para novos conceitos. Ausubel propõe ainda outro conceito importante para origem dos subsunçores: os organizadores prévios. Estes são materiais introdutórios, apresentados ao aluno antes do conteúdo em si. Sua função seria servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve aprender de forma significativa. São ancoradouros provisórios para novos conceitos, podendo ser descartados ao ocorrer o aprendizado significativo e geração de subsunçores.

Com intuito de deixar mais claro e preciso o processo de aquisição e organização de significados, Ausubel propõe a teoria da assimilação. Ocorre a assimilação quando um conceito ou proposição A, potencialmente significativo, é relacionado e assimilado por um conceito subsunçor mais inclusivo já existente na estrutura cognitiva, gerando então um produto interacional (subsunçor modificado). Há ainda, de forma concomitante ao processo de assimilação, outro processo que Ausubel denomina de assimilação obliteradora, assim, as novas informações tornam-se espontâneas e progressivamente menos dissociáveis de seus subsunçores até que não sejam mais passíveis de reprodução como entidades individuais.

À medida em que ocorre o processo de aprendizagem significativa, os conceitos são produzidos, elaborados e diferenciados através de sucessivas interações constituídas pela diferenciação progressiva e pela reconciliação integrativa. Na diferenciação progressiva, as ideias mais gerais e mais inclusivas do conteúdo a ser aprendido são inicialmente apresentadas para, posteriormente serem gradualmente diferenciadas. Assim, o conceito original vai sendo detalhado e especializado. Já na reconciliação integrativa, as ideias existentes na estrutura cognitiva podem se reorganizar e adquirir novos significados, são exploradas as relações entre as ideias, dessa forma, o conteúdo não apenas deverá

proporcionar a diferenciação progressiva, como também deve observar relações entre proposições e conceitos, ressaltando diferenças e similaridades relevantes e reconciliando inconsistências reais ou aparentes [Faria, 1989].

## **2. Drones na robótica educativa**

A utilização de recursos tecnológicos com finalidades pedagógicas em instituições de ensino, vem despertando interesse crescente na busca por ferramentas que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem. Esse fato gerou um vasto campo multidisciplinar na área da computação, cujo foco está na pesquisa e no desenvolvimento de tais ferramentas. Um desses campos é a robótica educativa, a qual, segundo Abreu e Bastos (2015), pode ser definida como uma área do conhecimento que utiliza os conceitos das engenharias e demais ciências no processo de concepção, construção, automação e controle de dispositivos robóticos com propósitos educacionais.

Piaget afirma que o conhecimento não se transmite, mas se constrói, ou seja, é criado ativamente na mente do aprendiz. O construcionismo de Seymour Papert segue a mesma linha, porém, acrescenta que para alcançar isso é preciso que o indivíduo construa algo tangível, um elemento fora da sua mente que, além de tudo, tenha significado pessoal para ele. Essa última teoria é na que se baseiam muitos dos principais desenvolvimentos de robótica educativa [González & Jiménez, 2009].

Um aspecto relevante da robótica educativa, é sua capacidade de fomentar o interesse por vocações científicas, incutindo nos estudantes uma visão dinâmica e atraente da ciência e da tecnologia. A importância didática que pode ser proporcionada pela robótica educativa é ampla, por ser uma ferramenta versátil, admitindo diversas formas de utilização conforme os objetivos e perspectivas, valorizando-se positivamente, principalmente por permitir a alunos e professores que modifiquem seu conteúdo, adaptando-o às suas reais necessidades.

Dentro desse paradigma surgem os drones, equipamentos robóticos (autônomos ou radiocontrolados) em evidência na atualidade, em geral, com uma divulgação negativa vinculada ao uso bélico e invasão de privacidade. Contudo, pela sua versatilidade, muitas aplicações civis úteis têm sido desenvolvidas em paralelo, abordando primordialmente as áreas de segurança, indústria, agricultura de precisão, meio ambiente (monitoração e controle ambiental), fotografia aérea e filmagem [Ferri, 2010], [Vieira, 2011]. Assim, a aplicação dos drones como ferramenta de cunho pedagógico é uma área praticamente inexplorada. Os jovens vêm acompanhando o florescer dessa tecnologia com bastante entusiasmo, juntamente com os avanços nas demais áreas da robótica e da inteligência artificial. O fato de ter acesso a um equipamento desses em aula, por si só já torna a experiência de aprendizado muito mais interessante, o que facilita capturar a atenção desse público tão dinâmico e de fácil dispersão, características dos nativos digitais.

O uso de drones no processo de aprendizado é ainda muito incipiente, tendo poucos estudos à respeito e, na maioria dos casos, limitando-se ao uso de drones comerciais para uso externo, visando captura de imagens aéreas (foto ou vídeo) a serem utilizadas como subsídio em aulas de geografia, química, geologia ou educação ambiental [Fombuena, 2017], [Palaigeorgiou, 2017], [Fung, 2017] ou em disciplinas mais específicas de robótica e controle, onde o próprio drone e sua programação são o foco de estudo [Krajník et al, 2011], [Giernacki et al, 2017].

Este trabalho objetiva o desenvolvimento de uma plataforma de robótica educativa baseada em microdrones, para uso em ambientes fechados ou ao ar livre, buscando um baixo risco à integridade humana na sua utilização, elaborando, com auxílio de especialistas em educação, um conjunto de atividades específicas para áreas de conhecimento STEM,

buscando respaldo, principalmente, nas teorias de Bruner e Ausubel, para o processo de ensino aprendizagem.

Para tanto, será necessário realizar um levantamento das possibilidades de geração de conhecimento que podem ser propiciadas pelo uso de microdrones como ferramentas pedagógicas com auxílio de especialistas da área de educação, primordialmente em disciplinas STEM; avaliar os componentes eletromecânicos necessários para construção do protótipo da plataforma; projetar e construir um protótipo de microdrone de fácil usabilidade que atenda as necessidades pedagógicas detectadas; e, por fim, analisar as possibilidades levantadas e definir as atividades que possam efetivamente ter o microdrone como ferramenta pedagógica.

### 3. Materiais e métodos

Computacionalmente falando, incluindo aqui a parte de hardware e software, será elaborada uma plataforma de robótica educativa, que permitirá a montagem de diferentes configurações de drones com até quatro rotores, por meio de dispositivos encaixáveis, com uso de ímãs de neodímio para facilitar a conexão, mas mantendo a integridade funcional de cada componente, possibilitando que o aluno consiga diferenciar cada módulo utilizado e entender sua utilidade. Ou seja, o conjunto de componentes utilizados para a construção dos drones não deve ser algo obscuro (uma caixa preta) para o aluno. Ele deve conseguir ver e identificar cada componente, mas deve ser fácil de promover a conexão entre as diversas partes da aeronave, possibilitando o intercâmbio fácil de motores, hélices, sensores e demais elementos de hardware necessários.

Após levantamento e análise entre as principais controladoras existentes no mercado, definiu-se a opção pela controladora programável Mini APM Pro<sup>1</sup>, hardware livre, com fácil conexão com um computador ou dispositivo móvel. Assim, como essa controladora é baseada em Arduino<sup>2</sup>, possibilita o desenvolvimento de um ambiente visual de programação com uso de blocos lógicos (estilo *Scratch*<sup>3</sup>), o qual pode ser utilizado pelos alunos para programar a solução de problemas diversos utilizando os drones.

Em decorrência do risco representado pelo uso de drones do tipo multirrotor, uma vez que esses possuem hélices em alta rotação, a plataforma contemplará o uso com diversas faixas etárias, sempre visando aspectos de segurança, com protetores de hélice de polipropileno expandido para equipamentos maiores e mais potentes, caso necessitem carregar mais equipamentos e sensores, como é o caso dos microdrones (acima de 7,5cm até 50cm) até nanodrones (até 7,5cm) para uso com crianças, com motores de menor potência, sem risco de ferimentos caso suas hélices sejam tocadas pelos alunos (nesse caso, com motores de baixa potência, as hélices param facilmente). Esses equipamentos serão construídos na forma de protótipos, gerados em impressora 3D, buscando uso de componentes de baixo custo e fácil acesso, com portas livres para conexão de sensores e atuadores adicionais que possam ser acrescentados de acordo com a aplicação a ser abordada em aula (infravermelho, laser, ultrassom, som, luminosidade, temperatura, humidade, fumaça, gases, produtos químicos, câmera, garra, GPS, entre outros).

---

<sup>1</sup> Mini APM Pro - controladora de voo programável de código aberto, desenvolvida com base na APM 2.6, com estrutura otimizada, mais leve e menor, ideal para construção de micro e nanodrones.

<sup>2</sup> Arduino - plataforma para prototipagem eletrônica, desenvolvida sob o paradigma de hardware livre, com uma microcontroladora Atmel AVR, com diversas portas de entrada e saída, analógicas e digitais.

<sup>3</sup> Scratch é uma linguagem de programação visual desenvolvida no MIT, inicialmente pensada para ensino de programação para crianças. É baseada em blocos que podem ser facilmente conectados para compor estruturas lógicas.

A plataforma será construída visando a aplicação prática das teorias elaboradas por Bruner e Ausubel, propiciando oportunidades de aprendizado por descoberta, uso de metodologias ativas, seguindo o currículo em espiral, culminando com uma aprendizagem significativa dos conceitos propostos. Para que isso seja possível, é essencial o levantamento junto a professores e especialistas em educação das diversas áreas de interesse, os quais devem auxiliar a identificar as possibilidades efetivas de uso da plataforma, bem como dar suporte na construção das propostas pedagógicas que servirão de embasamento para utilização da plataforma nas diferentes áreas.

#### **4. Considerações finais**

Com base na linha de pensamento apresentada, este trabalho busca desenvolver uma ferramenta de apoio ao ensino de conceitos tais como força, mecânica, pressão e posicionamento global, que poderão ser abordados de forma prática, possibilitando também a coleta e análise de dados de sensores (altitude, temperatura, velocidade, latitude/longitude, pressão do ar entre outros). Assim, os alunos poderão aprender sobre os fenômenos envolvidos no voo e explorar temas como princípio de Bernoulli, leis de Newton, velocidade, aceleração, força, massa, empuxo, arrasto, enfim, além de conceitos físicos e matemáticos do voo, teriam conhecimento sobre funcionamento de sistemas de posicionamento global (GPS), noções de mecânica, eletrônica, ética e implicações legais (já que drones estão nesse foco atualmente). A plataforma abre ainda espaço para diversos experimentos que não tenham drones como objeto de estudo, mas que necessitem de motores e hélices com controle de velocidade, como, por exemplo, pequenos túneis de vento, ou sensores para captura de dados ambientais, bastando utilizar a controladora sem motores acoplados. Professores de diversas áreas serão consultados visando levantar os tópicos de interesse para uso da plataforma.

Como resultado deste trabalho, espera-se desenvolver uma plataforma de ensino baseada em microdrones, que possa auxiliar na compreensão prática dos conceitos físicos e matemáticos abordados, utilizando a metodologia de aprendizagem ativa, enfocando atividades baseadas na autodescoberta, na resolução de problemas, no desenvolvimento do raciocínio lógico e da capacidade de pesquisar, descobrir e entender. A plataforma desenvolvida será validada de forma prática junto à alunos e professores do ensino técnico integrado ao ensino médio, em cursos de Técnico em Informática e Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha.

Pelas suas características, o uso de ferramentas vinculadas à computação e robótica educativas, tendem a despertar o interesse de crianças e adolescentes para prosseguir seus estudos em áreas vinculadas à tecnologia, como cursos de física, matemática, engenharias e computação, áreas com carência de formação profissional para atender a crescente demanda. De forma natural, esse tipo de tecnologia pedagógica tem maior influência nas disciplinas STEM, diretamente vinculadas a área de Exatas, buscando tornar essas disciplinas mais atraentes e menos “complexas” para os alunos.

#### **Referências**

- ABREU, J. V. V. d'; BASTOS, B. L. Robótica Pedagógica e Currículo do Ensino Fundamental: Atuação em uma Escola Municipal do Projeto UCA. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, Volume 23, Número 3, 2015.
- ARROIO, A. Concepções alternativas como barreiras no aprendizado de ciências. *Revista Eletrônica de Ciências*, 31. São Carlos: 2006.
- AUSUBEL, D. P. *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Springer, 2000.

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BRUNER, J. S. A Cultura da Educação. Porto Alegre, Artes Médicas, 2001.
- BRUNER, J. S. Sobre a Teoria da Instrução, São Paulo, Ph Editora, 2006.
- BRUNER, J. S. The Process of Education. Cambridge. Harvard University Press, 1960
- BRUNER, J. S. Uma Nova Teoria de Aprendizagem. 2a ed. Rio de Janeiro. Bloch. 1973.
- COSTELHA, H.; NEVES, C. Technical database on robotics-based educational platforms for K-12 students. *IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions (ICARSC)*, Torres Vedras, 2018.
- FARIA, W de. Aprendizagem e planejamento de ensino. São Paulo: Ática, 1989.
- FERRI, A. B. Desarrollo de una plataforma de tiempo real para la implementación de algoritmos de control multivariables: Ampliación al control de orientación de vehículos aéreos. Dissertação de Mestrado em e Automação e Informática Industrial. Valência: Universidad de Politécnica de Valencia, 2010.
- FOMBUENA, A. Unmanned Aerial Vehicles and Spatial Thinking: Boarding Education With Geotechnology And Drones. in *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, vol. 5, no. 3, pp. 8-18, Sept. 2017.
- FUNG, F. M.; WATTS, S. The Application of Drones in Chemical Education for Analytical Environmental Chemistry. in *Teaching and the Internet: The Application of Web Apps, Networking, and Online Tech for Chemistry Education*. ACS, 2017.
- GIERNACKI, W.; SKWIERCZYŃSKI, M.; WITWICKI, W.; WROŃSKI, P.; KOZIERSKI, P. Crazyflie 2.0 Quadrotor as a Platform for Research and Education in Robotics and Control Engineering. 22nd International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR), Miedzyzdroje, 2017.
- GONZÁLEZ, J. J.; JIMÉNEZ, J. A. La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*. no 10, Jul - Dez 2009, p.31-36. IE Comunicaciones: Espanha, 2009.
- GUREL, D. K.; ERYILMAZ, A.; MCDERMOTT, L. C. A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. Vol. 11. Issue 5. 2015,
- JUNIOR, E. B.; QUEIROZ, G. G.; LIMA, W. A study of the publications of educational robotics: A Systematic Review of Literature. in *IEEE Latin America Transactions*, vol. 16, no. 4, 2018.
- KRAJNÍK, T.; VONÁSEK, V.; FISER, D.; FAIGL, J. AR-drone as a platform for robotic research and education. *International Conference on Research and Education in Robotics*, 2011.
- MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. 2 ed. São Paulo: EPU, 2011.
- PALAIGEORGIOU, G.; MALANDRAKIS, G.; TSOLOPANI, C. Learning with Drones: Flying Windows for Classroom Virtual Field Trips. *IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Timisoara, 2017.
- PLAZA, P.; SANCRISTOBAL, E.; CARRO, G.; CASTRO, M.; BLAZQUEZ, M.; PEIXOTO, A. Traffic lights through multiple robotic educational tools. *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Tenerife, 2018.
- VIEIRA, J. C. S. Plataforma Móvel Aérea QuadRotor. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho - Escola de Engenharia. Portugal: UMinho, 2011.