

Uma proposta para o ensino de robótica no Ensino Médio: a transição do kit Lego para o Arduino

A proposal for teaching robotics in high school: the transition from the Lego kit to the Arduino

Fabiana Chagas de Andrade¹, Nicolas Rocha Januário Ramalho²

¹Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

²Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Fabiana.andrade@cefet-rj.br, Nicolas.ramalho@aluno.cefet-rj.br

Abstract. *This article aims to present and describe a didactic sequence about robotics and computer programming for High School students from a public institution. It was based in Creative Learning, promoting the transition from simple projects to more complex ones. The resources were the Lego® Mindstorms EV3 Kit and Arduino, along with free online tools such as Tinkercad® and Scratch. The methodology consisted of developing and applying a course based on the ADDIE model, and the data analyzed were the students' responses to an initial and a final questionnaire, in addition to their logbooks. The main results indicate that dynamic, collaborative classes with a focus on practical activities are effective and contribute to learning and increasing students' interest in the area.*

Keywords: Robotics. Computational Thinking. Lego®'s robotic Kit, Arduino. ADDIE.

Resumo. *Este artigo tem como objetivo apresentar e descrever uma sequência didática sobre robótica e programação para alunos do Ensino Médio de uma instituição pública da Rede Federal. Tomou-se como base a Aprendizagem Criativa, promovendo a transição de projetos simples para projetos mais complexos. Os recursos utilizados foram os Kits Lego® Mindstorms EV3 e Arduino, além de ferramentas online gratuitas como Tinkercad® e Scratch. A metodologia consistiu no desenvolvimento e aplicação de um curso baseado no modelo ADDIE, e os dados analisados foram as respostas dos alunos a um questionário inicial e um final, além de seus diários de bordo. Os principais resultados indicam que aulas dinâmicas, colaborativas e com foco em atividades práticas são eficazes e contribuem para o aprendizado e aumento do interesse dos alunos pela área.*

Palavras-chave: Ensino de Robótica. Pensamento Computacional. Kit Lego®. Arduino. ADDIE.

1. Introdução

A tecnologia digital tem crescido exponencialmente nos últimos anos, segundo o jornal *Word Economic Forum*ⁱ (2020). Dessa forma, as pessoas adquiriram uma dependência considerável na robótica e programação. Isso ocorre por estarem inseridas no mercado de trabalho e vivenciarem uma nova realidade, com a automatização de processos e a inteligência artificial, o que exige novas competências e habilidades. Este cenário leva ao aumento da demanda de profissionais e técnicos na área, e, de acordo com o jornal *The Guardian*ⁱⁱ (2014), países como Inglaterra enxergaram a importância desse conhecimento, incorporando na educação o ensino de programação e robótica para crianças e adolescentes. Entendemos que esse conhecimento não deve se restringir apenas a essas áreas, mas também em noções de informática, acesso à internet e segurança de dados, por exemplo. Porém, neste artigo focamos especificamente na robótica.

No Brasil, apesar de algumas iniciativas e políticas públicas, como os Laboratórios *Maker* da Rede Federal de Ensino Profissional, Científico e Tecnológico (RFEPCT) e os Ginásios Experimentais Tecnológicos (GET) no Rio de Janeiro, ainda há pouco investimento significativo na área, e o ensino de robótica e programação por vezes está restrito a algumas escolas particulares. Na maioria das escolas públicas ainda faltam profissionais capacitados, computadores e internet disponível para os alunos.

O contato com a cultura digital pode tornar-se difícil em um primeiro momento, pois o novo pode causar estranheza e um certo pré-conceito, principalmente pelo pouco uso na educação, relatado no jornal CNTEⁱⁱⁱ (2023). Muitos alunos têm contato com a tecnologia digital apenas de forma passiva, ao usar *smartphones e tablets*, mas poucos produzem conhecimentos a partir do contato com as ferramentas digitais.

Nesse sentido, o propósito desse estudo é apresentar e discutir uma sequência didática baseada no modelo ADDIE (INTULOGY, 2012) para alunos do Ensino Médio na qual se trabalhou o ensino de robótica e programação tendo como referencial teórico metodológico a Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020), promovendo a transição de projetos mais simples com o Kit Lego® a outros mais complexos, com uso do Arduino.

A partir da sequência didática, direcionamos o aluno a uma nova ótica de forma a estimular o seu interesse e facilitar o aprendizado, combatendo o possível pré-conceito acerca da programação e robótica e propiciando maior engajamento, ao inseri-los como protagonistas de seu aprendizado e ao apresentar ferramentas práticas e acessíveis que possibilitassem o seu aprofundamento de maneira fácil, intuitiva e autônoma.

A sequência didática foi aplicada a seis alunos do Ensino Médio (1º, 2º e 3º anos) de uma instituição da RFEPCT no estado do Rio de Janeiro em 2023, e os dados analisados foram dois questionários e o diário de bordo desses alunos. Foram empregados como ferramentas os kits de robótica *Mindstorms Ev3*^{iv} criado pela Lego® em parceria com o MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) e um Kit de Arduino^v Mega. A ideia foi introduzir conceitos básicos do funcionamento de servos motores, sensores e a sua programação com o Kit Lego®, pois ele é atrativo, simples de entender e explora a criatividade dos alunos na montagem de seus projetos, estimulando o interesse pela robótica. A ideia é que os alunos desenvolvessem algumas habilidades do Pensamento Computacional (WING, 2006) e conhecimentos dos componentes eletrônicos, necessárias para a transição. Em conjunto com a plataforma Tinkercad®^{vi}, esses

conhecimentos possibilitaram o uso facilitado do Kit Arduino, responsável pelo aperfeiçoamento dos alunos durante e depois da experiência com a metodologia proposta.

Algumas pesquisas abordaram o ensino de robótica a partir de kits próprios, como o Kit *Mindstorms* Ev3 em Abu Dhabi (AFARI; KHINE, 2017), ao realizar um estudo minucioso de como a distribuição dos Kits da Lego® nas escolas interfere no desenvolvimento dos alunos, trazendo maior engajamento e motivação, consequentemente, melhor relacionamento com a tecnologia. Apesar de o *Scratch*^{vii} ter sido uma ferramenta utilizada na referida pesquisa, o foco deste artigo não é a programação. Porém, o *Scratch* foi importante em nossa investigação para mostrar a estrutura dos códigos, e foi usado para controlar robôs feitos com o Kit Lego®, como no artigo de Martins *et al.*, (2016), em que os alunos montaram e programaram robôs, podendo realizar testes com suas criações. Durante todo o processo de aprendizagem, houve maior interesse e satisfação na montagem e programação de seus projetos.

Em consonância com este estudo, dois artigos abordaram simultaneamente os Kits de Arduino e o Lego®. No primeiro, a metodologia de educação de lógica de programação foi utilizada para desenvolver o pensamento computacional (DA SILVA *et al.*, 2016). Já no segundo, relacionaram-se os dois kits (KALIL *et al.*, 2013), quando se realizou uma investigação com objetivo de determinar a ferramenta mais adequada e com maior impacto na motivação dos estudantes. Concluiu-se que os alunos tiveram maior interesse no Kit Lego®.

Por fim, a pesquisa de Cruz (2019) explorou a integração da robótica educacional no ensino escolar, considerando a relação entre a cultura *Maker* e as habilidades gerais estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Examinaram-se os desafios e oportunidades para realizar essa conexão, constatando que a introdução da tecnologia na escola por meio do ensino de robótica educacional e da abordagem *maker* possibilita o desenvolvimento das habilidades gerais propostas pela BNCC. A interdisciplinaridade nos alunos proposta nesta abordagem visa auxiliar no desenvolvimento não apenas do intelecto, mas também seus aspectos físicos, sociais, emocionais e culturais, preparando-os para usar seus conhecimentos e habilidades em uma variedade de situações do mundo real em suas interações sociais.

Os trabalhos mencionados destacaram abordagens de ensino que utilizaram ferramentas semelhantes - os Kits Lego® e Arduino - demonstrando como o seu uso pode interferir no desenvolvimento dos alunos, ao promover a aprendizagem e maior engajamento e motivação. Propiciar o contato com a robótica, gerar maior interesse e facilitar um possível aprofundamento nessa área da tecnologia são importantes metas da educação nas escolas.

2. Referencial Teórico

Wing (2006), define o conceito de Pensamento Computacional como uma habilidade atrativa para todos, que não se restringe apenas a profissionais da área computacional, pois está ligado a lógica na solução de problemas, criação de sistemas e desenvolvimento de uma maior facilidade em entender e trabalhar com o complexo, seja ele matemático, organizacional e até abstrato. As áreas do Pensamento Computacional se dividem em Decomposição; Reconhecimento de Padrões; Abstração e Algoritmos, elas podem ser desenvolvidas por meio da programação e da robótica, mas também com outros tipos de atividades, que não requerem uso de computadores.

A busca por padrões que se repetem ao longo dos códigos nas linguagens de programação, é uma das formas utilizadas para compreender o seu funcionamento e aprender a desenvolver códigos. Isso também se aplica à Matemática, quebra cabeças, jogos de estratégia e outros problemas lógicos. À medida que os padrões são reconhecidos, as condições para solucionar ou ter um problema são esclarecidas. A partir disso, é possível afirmar que pensar de maneira computacional é desenvolver um raciocínio heurístico, pois consiste em planejar, adquirir conhecimento e tomar decisões em um ambiente de incerteza, não apenas em meio digital, mas em situações que envolvem lógica.

A BNCC apoia o desenvolvimento do Pensamento Computacional no Ensino Médio. Afirma a importância de incluir dispositivos digitais para o enriquecimento do ensino de matemática. Essas ferramentas são usadas para integrar os conceitos abordados durante a formação dos alunos. A BNCC relata que atividades de Estatística e Lógica possibilitam o desenvolver de habilidades aplicáveis na realidade dos alunos.

Além disso, a BNCC propõe que os estudantes utilizem tecnologias, como calculadoras e planilhas eletrônicas, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Tal valorização possibilita que, ao chegarem aos anos finais, eles possam ser estimulados a desenvolver o pensamento computacional, por meio da interpretação e da elaboração de fluxogramas e algoritmos. (BRASIL, 2017, p. 518)

Uma das formas possíveis de se trabalhar o Pensamento Computacional e a robótica é por meio de metodologias ativas. Resnick (2020) comenta que mesmo com um bom desempenho nas matérias e conteúdos abordados durante a formação, os alunos precisam desenvolver a capacidade de ter uma perspectiva própria, ir além de pensamentos convencionais, serem inventivos, e, desprendidos do comum, gerando inovação de certa forma. Para isso, é necessário exercitar a criatividade.

Uma das teorias de aprendizagem que inspirou Resnick (2020) foi o Construcionismo que foi um termo criado pelo matemático e educador Papert (1986). Segundo o autor, a aprendizagem pode ser caracterizada como um processo construtivo onde os alunos constroem de maneira ativa o seu conhecimento, ao invés de recebê-lo passivamente, ou seja, acredita-se que atividades práticas e dinâmicas possuem maior eficácia no ensino. O papel do professor, nesse contexto, deve ser o questionar os alunos para estimular a busca pelo aprofundamento, ao mesmo tempo em que serve de orientador e suporte para os alunos. O professor é o guia do processo de aprendizagem construtiva. Essa abordagem está principalmente atrelada à tecnologia, e um bom exemplo é a confecção de projetos que envolvem componentes elétricos, em que o professor apresenta um objetivo e acompanha os alunos no desenvolvimento, porém eles são responsáveis por projetar e construir. Logo, o conhecimento é alcançado através de exercícios práticos e conta com o envolvimento de todo um grupo.

A teoria da Aprendizagem Criativa pode ser definida como a forma de adquirir conhecimento de maneira semelhante com a de um Jardim de Infância (RESNICK, 2020). Para o autor, é como imaginar uma casa de brinquedo, construí-la com materiais acessíveis e aperfeiçoá-la enquanto a constrói. É possível aplicar a mesma metodologia em muitas áreas, como a robótica. O processo criativo, esquematizado na Figura 1 pela Espiral da Aprendizagem Criativa, ilustra cada etapa:



Figura 1 – Espiral da Aprendizagem Criativa. Fonte: Resnick, (2020) (Adaptado).

Segundo Resnick (2020), o processo de aprendizagem inicia-se ao imaginar, seja um brinquedo ou um robô, por exemplo e, em seguida, criar o imaginado com o que está disponível, para brincar e testar suas funções, compartilhar com amigos e refletir a respeito daquilo que poderia ser aprimorado ou mudado, e, por fim, reimaginar, ao recomençar todo o processo criativo, funcionando de forma evolutiva aprendendo com os erros.

Essas teorias foram o ponto de partida para estruturar a proposta da sequência didática para o ensino de robótica, que está descrita na próxima seção.

3. Percorso Metodológico

Esta pesquisa é de natureza exploratória e descritiva, cujo objeto de análise foi uma sequência didática para o ensino de Robótica, e que tem como fonte de dados dois questionários impressos aplicados aos seis alunos, além do diário de bordo dos alunos do Ensino Médio de uma escola da RPEPCT que possui um Laboratório *Maker*. Ela se classifica como exploratória por abordar um tema pouco comentado, e principalmente por estar voltada a uma opinião e vivência de cada participante da atividade:

As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. [...] Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. (GIL, 2008, p. 27).

O curso teve seu desenvolvimento baseado no modelo ADDIE, que se divide nas seguintes fases: (1) Análise, (2) Design, (3) Desenvolvimento, (4) Implementação e (5) Avaliação (*Evaluate*), por ser um modelo mais genérico, segundo Gava, Nobre e Sondermann (2014).

As duas primeiras fases se referem à concepção: Na Análise percebe-se o contexto de aprendizagem, o público-alvo, prazos e outras características importantes. No Design, constroem-se os objetivos da aprendizagem, detalhando a forma de apresentação dos conteúdos, atividades e formas de avaliação. As três fases seguintes se referem à execução: no Desenvolvimento, ocorre a produção dos materiais planejados na fase do

Design. Na Implementação, ocorre a validação e implementação do que foi concebido nas fases anteriores. Por fim, na Avaliação, ocorre a avaliação formativa e somativa, por meio de testes. Nessa fase, ocorrem possíveis revisões.

Dessa forma, na fase de Análise identificaram-se os principais temas emergentes para o curso, e a ementa abordou os seguintes temas: Lógica de Programação; Programação Intuitiva em blocos; Montagem de projetos com Kit Lego e automação com *Software* de programação *Scratch*; Montagem de projetos com Kit Arduino Mega e automação com *Software* de programação C++; Transição entre Programação em Blocos para C++. O objetivo de aprender noções básicas de programação e robótica a partir do kit Lego transitando para o Kit Arduino; bem como o público a que se destinou, o Ensino Médio. Essa identificação ocorreu por conta de os pesquisadores serem membros de um laboratório maker situado na instituição da RPEPCT, e o coordenador do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Mecânica ter relatado que os estudantes não têm uma disciplina relacionada à automação, programação ou robótica, o que é importante para suas futuras atuações profissionais. Dessa forma, havia uma lacuna na aprendizagem, ou seja, alunos não tinham conhecimentos prévios de programação e robótica.

Em seguida, construíram-se os objetivos, definiu-se a Aprendizagem Criativa como metodologia e as formas de avaliação e acompanhamento, o que correspondeu à fase de Design. No Desenvolvimento e Implementação, houve o planejamento dos materiais utilizados e as aulas. Por fim, o curso foi validado entre os membros da equipe que desenvolveu a sequência didática.

Os conteúdos abordados foram separados em seis aulas com duas horas de duração, totalizando 12 horas de curso, com planejamento voltado para atividades mais práticas, baseadas na Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020), abordando uma variedade de exemplos e comparações entre eles, de modo a suavizar a transição entre as abordagens e para facilitar a compreensão e associação dos alunos.

Em cada aula foram planejados projetos para simulação no Tinkercad® para posterior montagem com os kits físicos. Assim, os alunos tiveram a oportunidade de visualizar, simular e testar suas ideias antes de implementá-las na prática, ou seja, durante a sequência didática, foi uma ferramenta importante utilizada.

É importante destacar que a inscrição no curso se deu de forma voluntária e as atividades ocorriam no contraturno das aulas. Devido à limitação no quantitativo de kits Lego e Arduino, foram disponibilizadas apenas oito vagas, e seis alunos participaram do curso.

Como método de coleta de dados para a fase de Avaliação, aplicaram-se dois questionários aos alunos (Figuras 2a e 2b) - na primeira e na última aula – os quais foram elaborados para explicitar as mudanças que possivelmente o curso gerou, identificar se houve aumento de interesse e facilidade no estudo de robótica e programação, e verificar se as ferramentas utilizadas ajudaram no entendimento e no possível aprofundamento na área.

1- Você já teve contato com robótica ou elétrica de alguma forma?
☐ Sim. ☒ Não.

2- Você conhece algum tipo de programação? Se sim, qual?
☐ Sim. ☒ Não.

3- Como você acha que é aprender programação? Justifique.
☐ Muito Fácil. ☐ Fácil. ☐ Normal. ☒ Difícil. ☐ Muito difícil.
 Nunca tive contato com a programação, pois
 que já quis falar e algo complexo.

4- Como você acha que é aprender robótica? Justifique.
☐ Muito Fácil. ☐ Fácil. ☐ Normal. ☒ Difícil. ☐ Muito difícil.
 Também nunca tive contato com a robótica,
 e pois que já quis, e algo complexo.

5- Você já desenvolveu algum projeto com circuitos elétricos ou eletrônicos?
☐ Sim. ☒ Não.

6- Você sabe o que é o pensamento computacional? Se sim, o que você entende sobre
 isso?
 Não, não tenho muitos conhecimentos com
 e sobre informática.

7- Na sua opinião, a robótica é? Justifique.
☐ Desnecessária. ☐ Pouco necessária. ☐ Indiferente. ☐ Importante. ☒ Muito Importante.
 Por conta de que o futuro da indústria e
 de que talvez físicos se encontrem na
 robótica.

8- O que motivou sua inscrição nesse minicurso?
 O interesse que eu tenho pela área, porque
 acredito que seja um conhecimento mui-
 to útil futuramente.

1 – Como foi o contato com a robótica para você durante o curso? Justifique comentando sobre
 a parte mecânica (montagem), elétrica (circuitos e componentes) e programação?
 Foi incrível, eu acho que eu imaginei de uma
 forma, e depois sendo surpreendido de forma
 positiva, a parte mecânica foi tranquila pela
 mistura da didática com a prática, e isso quando
 algo a prática me ajudou por motivos que são complexos...

2 – A partir da programação em Scratch, você acredita que se tornou mais possível aprender a
 linguagem de programação C++? Comente.
 Sim, porque entendi como funciona o Scratch,
 e depois já foi compreender as funções e os
 passos para C++, possibilitando o aprendi-
 zado muito prático.

3 – Você acha que aprender robótica tornou-se mais acessível a partir dos recursos
 apresentados (Lego, Arduino, Tinkercad, Scratch)?
☐ Pouco acessível. ☐ Indiferente. ☒ Acessível.

4 – Como você acha que é montar/criar seu próprio circuito elétrico ou robô? Justifique.
☐ Muito simples. ☐ Simples. ☐ Normal. ☐ Complexo. ☒ Muito complexo.
 Porque não tem que pensar em todos os deta-
 lhos para fazer funcionar como deve e
 da forma correta sem nenhuma interferência.

5 – Acha que o Lego ajudou a entender os conceitos de robótica vistos posteriormente no
 Arduino? Justifique.
 Sim, pois o Lego foi um algo um pouco
 mais simples ajudou na compreensão
 de na utilização.

6 – Você acha que o Minicurso ampliou suas visões sobre a robótica? Justifique.
 Com certeza, eu tenho muito mais
 pela ajuda e apoio dado com o
 conhecimento do conhecimento sobre
 circuitos e fazer uma facilidade com ligação
 no uso.

Figura 2a e 2b – Questionários inicial e final preenchidos

Outra fonte de dados foi o diário de bordo (Figura 3), que foi preenchido individualmente pelos alunos ao final de cada aula, tendo como objetivo verificar a percepção deles mediante ao conteúdo e a experiência individual; as dificuldades, facilidades e destaques.

Descreva sua experiência de aula, explique como foi a aula para você?

Foi muito interessante por conta de um tempo didático e informações novas e diferentes de tudo que eu já vi, todas as etapas foram claras.

Data: 13/04/23

Descreva sua experiência de aula, explique como foi a aula para você?

Uma aula muito boa por causa da interação com o grupo e a motivação em praticar uma explicação e ajudar muitos alunos por parte da professora.

Data: 19/04/23

Descreva sua experiência de aula, explique como foi a aula para você?

Foi uma ótima aula, nunca tinha visto um sensor e muitos minutos configurando um.

Data: 24/04/23

Descreva sua experiência de aula, explique como foi a aula para você?

Aula boa, conteúdo bem explicado e fácil um tempo de entendimento, porém tomei interesse e aprendi algo completo como o conteúdo. Nunca tinha visto contato com os sensores mencionados.

Data: 26/04/23

Descreva sua experiência de aula, explique como foi a aula para você?

Nunca tinha ouvido com algo parecido antes, possibilidade de poder manipular o código e os comandos foi interessante e contatado com o professor e o trabalho.

Data: 28/04/23

Descreva sua experiência de aula, explique como foi a aula para você?

Foi para mim a aula mais completa por conta de trabalhar com os blocos e o hardware da placa do Arduino, dando contato com a linguagem C++, nunca tinha visto nada igual antes.

Figura 3 – Diário de bordo

A seguir, apresentam-se os resultados, ou seja, os trechos escritos pelos alunos, coletados a partir dos instrumentos de coleta de dados, e uma análise qualitativa baseada no referencial teórico.

4. Resultados e Discussão

Passamos, a seguir, a detalhar o planejamento e desenvolvimento de cada aula, evidenciando a transição entre os kits de Robótica.

1 - Introduzir a programação através do *Scratch*: A aula se iniciou com a proposta de introduzir a programação explicando o funcionamento dos códigos comparando a exemplos do cotidiano e criação de uma conta no *Scratch* com os alunos, individualmente. A plataforma serviu para trabalhar o Pensamento Computacional e mostrar os conceitos básicos de controle, condição e execução nas linguagens de programação com o objetivo de criar uma transição para C++, linguagem de programação abordada na última aula.

2 – Projetar um carro programado no Scratch com o kit Lego®: Os alunos foram divididos em três duplas, para instigar a colaboração entre eles. Após uma breve explicação geral sobre o kit, as funções principais de programação propostas na aula anterior foram aplicadas no Kit Lego®. Seguindo a Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020), os alunos tinham a tarefa de imaginar e criar um carro utilizando dois motores com funções de locomoção inspirada em tanques, tiveram a liberdade de escolher entre rodas e esteiras, e precisaram pensar em como distribuir bem o peso dos motores e do controlador em relação às rodas. Depois da montagem, as duplas fizeram a programação

no Scratch e testaram seus projetos, brincaram com suas criações e interagiram entre si, de acordo com a espiral da Aprendizagem Criativa. No que tange ao Pensamento Computacional, trabalhou-se a decomposição, ao pensar em cada motor separadamente na montagem e programação, bem como o Algoritmo, ao refletir sobre a sequência e ordem dos blocos no Scratch.

3 – Incorporar sensores aos projetos da aula 2: A terceira aula teve como objetivo adicionar os sensores de distância nos projetos da aula dois. Antes disso, baseando-se na Espiral de Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020), foi reservado aos alunos um tempo para compartilhar e refletir sobre as falhas em códigos e montagem de seus projetos. Encerrando as correções, explicou-se o conceito de sensor e como usar as informações recebidas por ele para gerar ações nos motores ou emitir sons de alarme. Após a parte teórica, mostrou-se o funcionamento de sensores de toque, ultrassônico e luminosidade, para então começar a atividade, consistiu em adicionar um sensor ultrassônico no projeto de cada dupla, em seguida, mostrou-se a estrutura de código para um sensor de estacionamento comum em carros, os alunos montaram seus códigos e implementaram em seus projetos criados anteriormente. Em todas as etapas, o pesquisador e ministrante do curso, atuou como orientador e questionou os estudantes quanto à formulação de teorias, quanto aos erros como processos naturais da aprendizagem, de acordo com os princípios do Construcionismo (HAREL; PAPERT, 1991). Além disso, evidenciou-se como a inserção dos sensores promove uma transição na robótica, à medida que a captação das variáveis externas pode ser inserida na programação, a fim de se automatizar o processo. Os sensores também se apresentam de formas distintas nos Kits Lego e Arduino, pelas formas de conexão, portanto houve a ideia de transição também entre os kits.

4 – Apresentação do Arduino e a plataforma Tinkercad: Apresentou-se a plataforma Tinkercad, ferramenta utilizada em todas as aulas seguintes, fundamental na transição dos alunos, principalmente na quarta aula. Isto se deve ao fato de no primeiro questionário, a maioria dos alunos relataram não terem tido contato com circuitos elétricos anteriormente. Por conseguinte, após a apresentação da plataforma, foram ilustrados e explicados exemplos de circuitos e componentes eletrônicos (leds, baterias, interruptores, motores e outros), os quais de forma gradativa aumentavam sua complexidade, alternando os tipos de ligações (série e paralelo) e o uso do multímetro. Por fim, explicou-se a teoria do funcionamento da placa de Arduino para então mostrar o tradutor de código, primordial para a transição, pois ele traduz os códigos em bloco do Scratch para a linguagem de programação C++, facilitando o processo de aprendizagem. É possível colocar os códigos posicionados lado a lado no próprio Tinkercad, ou seja, os alunos conheceram uma ferramenta que possibilita comparar a programação em bloco, que é mais simples e intuitiva, com a linguagem em C++ referente ao Arduino, podendo ser mais desafiadora em alunos inexperientes. A essa altura, os alunos já tinham avançado em diversas áreas do pensamento computacional (WING, 2006) tal como o reconhecimento de padrões, algoritmo e decomposição.

5 – Projetar circuitos no Arduino com o Tinkercad: A quinta aula teve foco em atividades práticas, de acordo com o Construcionismo (HAREL; PAPERT, 1991). Com uso do Tinkercad, cada aluno montou circuitos no computador com auxílio do professor, antes de realizar a tarefa principal. Durante a explicação dos demais componentes eletrônicos representados na plataforma, foi introduzida a placa de ensaio (*Protoboard*), muito proveitosa para o projeto físico com Arduino devido a não necessidade de soldar

os fios. Apresentou-se os alunos um modelo básico de semáforo desenvolvido primeiramente no Tinkercad, composto por três LEDs, em conjunto com as placas de Arduino e a prototipagem. Adicionalmente, expôs-se o código responsável por controlar todas as operações do semáforo na linguagem de programação em bloco, para que então os alunos pudessem replicar o exemplo manualmente, cada um com seu kit Arduino. Assim, com a montagem terminada, os alunos ficaram livres para testar e modificar o código, definindo o tempo de acionamento de cada LED em seus semáforos. Em seguida, traduziram seus códigos para a linguagem em C++ e introduziram-nos na placa mãe do Arduino utilizando seu aplicativo próprio, finalizando a tarefa com seus projetos funcionando.

6 – Revisão de conteúdo e aprofundamento: A última aula trouxe uma revisão dos conceitos principais do minicurso: a forma de pensar na criação de códigos de controle vista nas três primeiras aulas; as condições de acionamento dos motores atreladas a sensores de toque e ultrassônicos no kit Lego®; a montagem de circuitos elétricos; e o desenvolvimento de códigos em bloco com a opção de tradução para C++ realizada com o Tinkercad. Esta plataforma foi uma peça importante para a transição dos alunos do kit Lego® - uma robótica mais intuitiva e iniciante - para um nível intermediário com o kit Arduino, e tornar mais acessível o uso dessa plataforma.

A articulação e a transição entre as aulas e ferramentas foi explicitada aos alunos e, em seguida, eles revisitaram o exemplo da aula anterior, porém, com a adição de dois LEDs, que funcionavam como o semáforo dos pedestres, interagindo com o dos veículos. Os alunos precisaram modificar o código anterior para encaixar as novas funções condicionais interligadas. Com ajuda do professor, eles atualizaram seus códigos até o funcionamento ideal e, por fim, introduziram o código em seus projetos manualmente após traduzirem para a linguagem C++. Concluindo a tarefa, ainda com os códigos traduzidos e abertos no aplicativo, a estrutura dos códigos foi posta em debate a fim de demonstrar a semelhança com a programação em blocos. Em seguida, outros dois exemplos foram postos na mesma discussão, com um botão acionando LEDs e outro interrompendo o funcionamento de servo motores, sinalizando os padrões entre os códigos. Por fim, o professor ampliou a visão de outras ferramentas para programação como uso de inteligências artificiais e vídeos online gratuitos que poderiam agregar em conhecimento, para que eles pudessem prosseguir seus estudos na área de robótica de forma autônoma.

O curso revelou-se uma experiência promissora, já que o interesse por parte dos alunos foi maior que o esperado, modificando a dinâmica de algumas aulas. A boa interação do grupo tornou as aulas mais leves e criativas, as duplas cooperaram entre si conforme figura 4, o que corroborou para o desenvolvimento do raciocínio crítico nas atividades práticas. Os alunos começaram a aperfeiçoar seus projetos, e as principais perguntas nas últimas aulas eram em maioria relacionadas a melhoria do uso dos componentes e aplicações criativas para os sistemas aos quais eram abordados, levando ao entendimento que desejam prosseguir com seus estudos em robótica.



Figura 4 – Desenvolvimento das aulas.

A análise do comportamento dos alunos e a leitura do diário de bordo provocou mudanças no roteiro a cada aula, de forma que o professor detalhava ou ajustava o planejamento das aulas seguintes. No início, percebeu-se que havia maior facilidade em assimilar os conceitos teóricos partindo de um exemplo prático, o qual era esmiuçado aos poucos, a fim de manter a atenção dos alunos. Através dessa abordagem, da aplicação da espiral da Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020) e o trabalho com Pensamento Computacional (WING, 2006), os alunos conseguiram associar o funcionamento dos motores e sensores do Kit lego® e do Kit Arduino.

Os questionários da primeira e última aula demonstraram mudança de pensamento nos alunos. As perguntas foram elaboradas de forma a fazer uma comparação, e algumas retrataram os conceitos teóricos já citados.

Ao analisar o primeiro questionário, anterior à sequência didática, a maioria dos alunos comentaram que aprender programação é difícil devido a sua complexidade e necessidade de atenção aos detalhes. Porém, após a experiência, a percepção dos alunos apresentou mudanças. Os alunos enxergaram a criação e a montagem de um projeto utilizando o Arduino e outros componentes de circuitos como algo possível e alcançável, embora haja entraves. A BNCC encoraja justamente a aplicação dessas tecnologias na realidade dos alunos, ou seja, incentivá-los na escolha de suas profissões, o que foi relatado por Pedro.

*“...Me interessei muito mais pela área e agora estou com o pensamento de **seguir carreira** e fazer uma faculdade com alguma ligação na área.” – (Pedro^{viii}).*

Na pergunta do último questionário: “Acha que o lego ajudou a entender os conceitos de robótica vistos posteriormente no Arduino? Justifique.”; podemos destacar as respostas:

*“- Sim, pois foi **mais fácil de relacionar os comandos** com as ações e **facilitou a criar esses comandos**” (Mônica) e “- Sim, ter aprendido no lego tornou **mais fácil de compreender a programação do Arduino**, por conta de ser basicamente a mesma coisa, só que mais fácil.” – (David).*

Os alunos no geral tiveram opiniões parecidas quanto ao propósito do Kit Lego®, o que permite afirmar que a ferramenta foi atrativa e conseguiu desempenhar o seu papel de facilitar o entendimento dos conceitos básicos da robótica, tudo isso utilizando os conceitos da Aprendizagem Criativa e do Construtivismo no desenvolver dos projetos com o Kit.

No último questionário, uma das perguntas era referente ao ensino de robótica de acordo com a opinião dos alunos, marcando a opção mais adequada a respeito das ferramentas utilizadas na sequência didática: Kit Lego®; Kit Arduino; Tinkercad®; e Scratch. Ambos os alunos afirmaram que aprender robótica pode ser mais acessível a partir dessas ferramentas.

A aula 4 foi a mais teórica, pois todo o conteúdo visto anteriormente foi revisitado, porém com o kit Arduino, ou seja, houve a transição dos conceitos teóricos. A estratégia para que os alunos tivessem maior facilidade se deu por mostrar diversos exemplos e compará-los. Ao questionar os princípios de funcionamento dos circuitos, eles relacionaram melhor o uso de cada componente elétrico. Além disso, o desenvolvimento do Pensamento Computacional trabalhado durante as primeiras aulas também cooperou para o entendimento. Como exemplo, temos o diário de bordo desta aula da aluna Maria:

*“A aula foi **bem tranquila**, em relação a como usar o Tinkercad®. Foi fácil aprender a utilidade de cada componente, por causa da explicação mais voltada para a prática”.*
(Maria)

Todos os alunos relataram que a abordagem mais prática e os exemplos realizados no Tinkercad®, tornaram o entendimento do conteúdo mais acessível. Porém, eles aparentaram ter dificuldades na montagem dos componentes do Kit Arduino na aula 5, devido a inexperience com a plataforma. Por causa desses desafios, o roteiro da aula 6 foi modificado para que houvesse uma revisão da montagem com o Kit Arduino e apresentação de outras funções e ferramentas. Com isso, na última aula houve exemplos de superação de dificuldades, como no diário de bordo da aluna Maria:

*“...Conseguí **entender relativamente bem**, em geral, as aulas me incentivaram a continuar estudos a respeito, fora do curso, e pretendo começar projetos...”.* (Maria)

A montagem dos projetos desde o início foi a atividade que mais manteve a atenção dos alunos, os quais relataram ter sido o momento mais interessante das aulas. Sobre o contato com a robótica durante a sequência didática, em uma das perguntas do questionário da aula final, o aluno Pedro escreveu um pequeno texto^{ix}

*“Foi **incrível**, era algo que eu imaginava de uma forma e acabei sendo **surpreendido positivamente**, a parte mecânica foi tranquilo por causa da mistura da didática com a **diversão de estar criando algo**, a elétrica me encantou por mostrar o quão complexa ou simples ela pode ser e a programação se mostra como um mundo vasto e possibilita vários acessos na área da informática.”* (Pedro).

Isto revelou um grande interesse e entusiasmo dele com o avanço das aulas, além de indicar que os princípios da Aprendizagem Criativa (RESNICK, 2020), os quatro P's, a saber *Peers, Projects, Passion e Play* foram atendidos.

5. Considerações Finais

O propósito desse estudo foi apresentar e discutir uma sequência didática para alunos do Ensino Médio baseada na Aprendizagem Criativa, promovendo a transição de projetos mais simples a outros mais complexos. A sequência didática demonstrou que introduzir a robótica de maneira mais simplificada através do Kit Lego®, dando liberdade para os alunos criarem seus próprios projetos e apresentando exemplos práticos, pode ser uma boa abordagem de ensino e influência no interesse pela área.

Além disso, trabalhou-se Pensamento Computacional durante as atividades com a programação em blocos simplificada do kit Lego®. Esse conceito foi fundamental para realizar a transição para o Kit Arduino, mais avançado e complexo e a linguagem C++. Tudo isto foi possível a partir da metodologia ativa da Aprendizagem Criativa, que tem como base os princípios do Construcionismo.

Vale ressaltar que a boa resposta dos alunos na transição para o kit Arduino está ligada não apenas a dinâmica das aulas e aos conceitos teóricos aplicados, mas também as ferramentas exploradas como o Tinkercad®, que tem o recurso de tradução da linguagem em blocos, e que se mostraram essenciais para a compreensão e evolução dos alunos no decorrer da sequência didática. Mesmo com a finalização da sequência didática, a partir do conhecimento adquirido e as experiências compartilhadas, é possível utilizar as mesmas ferramentas para se aprofundar na área de robótica e programação.

Como limitações desta pesquisa, incluímos o baixo quantitativo de alunos que participaram do curso, devido ao número de kits Lego e Arduino. Além disso, o maior desafio da sequência foi a criação das aulas, pois a robótica e a programação possuem muitos detalhes. Para isso, houve a necessidade de elaborar os exemplos apresentados nas aulas de forma minuciosa, com o intuito de facilitar o entendimento e evitar termos técnicos que poderiam confundir e desanimar os alunos. As dificuldades encontradas pelos alunos estavam atreladas, em maioria, a falta de contato prévio, já que pode existir certa complexidade na área de robótica e programação, quando essas áreas não são trabalhadas desde o início da vida escolar.

Sugerimos como estudos futuros utilizar abordagens semelhantes de ensino com alunos de Ensino Fundamental e com maior quantitativo de alunos, pois trabalhar os conceitos de robótica e programação gradualmente partindo do início da formação pode gerar as habilidades que a BNCC define como importantes para a vida dos estudantes.

6. Referências

- Afari, E.; Khine, M. S. (2017) "*Robotics as an educational tool: Impact of lego mindstorms*". International Journal of Information and Education Technology, v. 7, n. 6, p. 437-442.
- Brasil. Ministério da Educação. (2015) *Base nacional comum curricular*. Brasília, DF: MEC. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documento/BNCCAPRESENTACAO.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

- Cruz, T. S. (2019) "*O ensino de robótica educacional e a Base Nacional Comum Curricular: a relação entre a cultura maker e as competências gerais*". In: CONEDU- Congresso Nacional de Educação.
- Da Silva, D. P. et al. (2016) "*Aplicação de robótica na educação de forma gradual para o estímulo do pensamento computacional*". In: Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, p. 1188.
- Gava, T. B. S.; Nobre, I. A. M.; Sondermann, D. V. C. (2014) "*O modelo ADDIE na construção colaborativa de disciplinas a distância*". Informática na Educação: Teoria & Prática, Porto Alegre, v. 17, n. 1. DOI: 10.22456/1982-1654.34488. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/34488>. Acesso em: 19 dez. 2023.
- Gil, A. C. (2008) *Métodos e técnicas de pesquisa social*, 6. Editora Atlas.
- Harel, I.; Papert, S. (Eds.) (1991) *Constructionism*. Ablex Publishing.
- Intulogy. "*The ADDIE instructional design model: a structured training methodology*". Disponível em: <http://www.intulogy.com/addie/index.html>. Acesso em: 19 dez. 2023.
- Kalil, F. et al. (2013) "Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil". *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, TISE, p. 739-742.
- Martins, L. (2016) "Ensinando lógica de programação aplicada a robótica para alunos do ensino fundamental". In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE, p. 31.
- Papert, S. (1986) *Constructionism: A new opportunity for elementary science education*. Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group.
- Resnick, M. (2020) *Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos*. Penso Editora.
- Wing, J. M. (2006) "Computational thinking". *Communications of the ACM*, v. 49, n.3, p. 33-35.

ⁱ Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2020/11/heres-how-technology-has-changed-and-changed-us-over-the-past-20-years/>. Acesso em 18/05/2023.

ⁱⁱ Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2014/sep/04/coding-school-computing-children-programming>. Acesso em 19/05/2023.

ⁱⁱⁱ Reportagem disponível em: <https://www.cnte.org.br/index.php/menu/comunicacao/posts/noticias/75771-educao-digital-demanda-ampliacao-do-investimento-em-infraestrutura-e-formacao>. Acesso em 25/05/2023.

^{iv} Este produto foi lançado em (2013), trata-se de uma versão atualizada dos kits anteriores produzidos desde (1998), eles são voltados para o ensino de robótica nas escolas, a versão de 2013 será descontinuada e substituída pela nova versão nomeada de Robot Inventor.

^v O Arduíno foi criado em 2005 na Itália, projetado pelos pesquisadores David Cuartielles, David Mellis, Gianluca Martino, Massimo Benzi e Tom Igoe. É uma plataforma de código aberto, com o propósito de entregar versatilidade e baixo custo na criação de projetos eletrônicos programáveis.

^{vi} O tinkercad é uma plataforma de simulação online utilizada no ensino de Eletrônica, Prototipagem e Programação. Permite que os usuários criem circuitos virtuais, adicionem componentes eletrônicos e programem seus projetos.

vii Uma linguagem de programação em blocos, que objetiva ensinar programação de forma intuitiva para crianças e adolescentes.

viii Os nomes dos alunos foram trocados para manter o anonimato, de acordo com código de ética em pesquisa.

ix Mesmo passando do limite de linhas, o aluno continuou a escrever atrás da folha.