

Robótica e Aprendizagem Cooperativa como ferramenta de Aprendizado: Um Relato de Experiência do PACCE

Marcelo M. Silva, Camila D. Guerra, Marianna Severo, Jonas B.C. Máximo, Antonio J. R. Castro, Valdemir de Queiroz Neto, Paulo A. C. Aguiar, Maria Simone Nunes

¹Campus Quixadá – Universidade Federal do Ceará
Quixadá – CE – Brazil

{mmartins, marianna.pinho}@alu.ufc.br

{camilladiogeness, jonas.bezerra, valdemirpsiqueiroz}@gmail.com

{joel, pauloaguiar, projetos}@quixada.ufc.br

Abstract. *Robotics have been used in various ways in classrooms over the years to develop skills and allow students to see, in a playful way, the concepts seen. In this work, we identified that the Cooperative Learning methodology, when worked together with robotics, allowed participants a good experience to work from basic electronics concepts to robotics fundamentals. For 4 months, a working group focused on teaching Educational Robotics with the Cooperative Learning methodology sought to develop activities exploring the concepts of Educational Robotics with students at the beginning of graduation.*

Resumo. *A robótica tem sido usada de várias maneiras nas salas de aula ao longo dos anos para desenvolver habilidades e permitir que os alunos vejam, de forma lúdica, os conceitos vistos. Neste trabalho, identificou-se que a metodologia de Aprendizagem Cooperativa, quando trabalhada em conjunto com a robótica, permitiu aos participantes uma boa experiência para trabalhar desde conceitos básicos de eletrônica a fundamentos de robótica. Durante 4 meses, um grupo de trabalho focado no ensino de Robótica Educacional com a metodologia de Aprendizagem Cooperativa buscou desenvolver atividades explorando os conceitos de Robótica Educacional com alunos no início da graduação.*

1. Introdução

A robótica é considerada a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com pouca ou nenhuma intervenção humana [Martins 2006]. Como descrito por [Matarić 2014], é “um sistema autônomo, que existe no mundo físico, pode sentir seu ambiente e agir sobre ele para alcançar alguns objetivos”. Além disso, os robôs podem ter bases fixas ou móveis e possuir vários graus de liberdade controláveis automaticamente, reprogramáveis e multifuncionais.

Na esfera educacional, a robótica representa uma ferramenta que possui vários pontos positivos quando inserida como atividade extracurricular, pois envolver o meio físico e palpável, gera estímulos ativando mais áreas do cérebro que torna as tarefas mais atraentes [da Silveira Junior et al. 2021]. Esse aprendizado prático faz com que o aluno desenvolva a capacidade de pensar e desenvolver soluções para os desafios propostos, estimulando assim o planejamento, a criatividade e a tomada de decisão. Em

[Pio et al. 2006], a robótica contribui para a construção de um novo mecanismo ou a busca por soluções de problemas, pois ela desencadeia a curiosidade por conhecimento dos alunos, levando-os a indagar professores ou especialistas das diversas áreas.

Baseando-se em conceitos fundamentais para a ciência da computação, destaca-se o Pensamento Computacional (PC), que segundo [Wing 2006] aborda um conjunto de ferramentas envolvendo a solução de problemas, *design* de sistemas e compreensão humana. A Aprendizagem Cooperativa, por sua vez, é uma metodologia para auxiliar no processo de ensino, na qual os estudantes colaboram compartilhando o conhecimento entre si, com o objetivo de aprender sobre um dado tema [Smyser 1993].

Em computação, as disciplinas introdutórias são fundamentadas em matemática e programação, permitindo ao discente ter a base do conhecimento para as disciplinas dos semestres subsequentes e assim estar apto a produzir artefatos físicos que envolvam *software e hardware* [Pio et al. 2006].

Nesse sentido, este trabalho apresenta uma análise da utilização de Robótica Educacional, PC e Aprendizagem Cooperativa, como ferramentas de aprendizagem na computação, por meio de um estudo de caso realizado com alunos de três cursos de Tecnologia da Informação. O objetivo deste estudo é verificar como a robótica e a metodologia de Aprendizagem Cooperativa auxiliam os alunos no ambiente educacional por meio da observação da evolução do aprendizado no início da graduação.

2. Pensamento Computacional como ferramenta de abstração de problemas

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) definiu diretrizes educacionais nas quais o PC refere-se à capacidade de compreensão, definição, modelagem, comparações, soluções e análise de problemas de forma sistemática construindo algoritmos [SBC 2018]. A prática do PC deveria ser parte essencial da educação de crianças e jovens, pois com ela os alunos podem desenvolver habilidades capazes de auxiliar os alunos na resolução de problemas, construção do conhecimento e entender o contexto tecnológico em que vivem [Zanetti et al 2016].

Alguns dos objetivos do PC são: potencializar o ensino de robótica; reformular as maneiras de pensar; ampliar a percepção de problema tornando-se uma ótima ferramenta para o processo de ensino e aprendizagem. Vale ressaltar que para [Wing 2006] faz-se necessário estudar fundamentos de estruturas computacionais como lógica, algoritmos, resolução de problemas, dentre outros, para a realização do trabalho com PC. Nesse contexto, a Aprendizagem Cooperativa, junto ao PC para o ensino da robótica, auxilia o aluno a reconhecer e resolver problemas e aprender colaborativamente.

Segundo [Silva and Javaroni 2018], o PC é um processo de ensino/aprendizagem que envolve fortemente a organização lógica de dados, o pensamento recursivo e a reformulação de problemas quais provavelmente conseguiremos resolver (composição e decomposição de tarefas). Além disso, o autor evidencia que as atividades com *kits* de robótica potencializam o desenvolvimento do PC e contribuem para a compreensão de conteúdo.

3. Aprendizagem Cooperativa como metodologia de aprendizado

A Aprendizagem Cooperativa é uma metodologia com foco em trabalho colaborativo entre participantes de um grupo, e tem como objetivo resolver alguma atividade,

sendo um desafio, problema ou até mesmo um objetivo de característica pedagógica [Santoro et al 1999]. [Johnson 2008] relaciona Aprendizagem Cooperativa com a Aprendizagem Colaborativa, enfatizando o aprendizado natural, no qual os alunos trabalham em grupos não-estruturados e criam sua própria situação de aprendizado. Os autores definem cinco pilares principais para que Aprendizagem Cooperativa ocorra:

- **Interdependência Positiva:** neste pilar existe uma relação de dependência mútua entre os participantes do grupo, podendo ser estimulada nos membros, por meio do facilitador, com estratégias específicas, como a atribuição de recompensas. Objetivo deste pilar é que os membros pensem de forma conjunta.
- **Responsabilização Individual:** cada membro da equipe deve sentir-se responsável em contribuir com o grupo, para que o mesmo obtenha sucesso na atividade direcionada. Neste pilar, leva-se em consideração o aprendizado e o empenho de todos, pois caso um falhe, todos falham. O objetivo deste pilar é que cada membro do grupo seja uma pessoa mais sólida com suas responsabilidades.
- **Interação Promotora:** este pilar permite que os membros do grupo fiquem face a face, facilitando a forma de comunicação e diversas habilidades sociais, permitindo que os participantes se encorajem de modo que consigam alcançar os objetivos do grupo. Sendo assim, os participantes promovem aprendizado pessoal e ainda reforçam o compromisso de aprendizados uns com os outros.
- **Habilidades Sociais:** os participantes do grupo onde se está trabalhando a Aprendizagem Cooperativa não precisam aprender somente os conteúdos esperados, mas também devem desenvolver determinadas habilidades sociais, para que se tenham um bom desempenho nas atividades cooperativas. Das habilidades sociais a serem desenvolvidas de forma sistemática, destacam-se aspectos como, confiança, diálogo e respeito entre os membros do grupo.
- **Processamento de Grupo:** é possível ter um controle do progresso das atividades específicas. Deve-se determinar os dois lados da moeda (positivos e negativos) e filtrar quais condutas devem ser continuadas ou não. A avaliação deste pilar deve ser feita periodicamente, a fim de identificar possíveis problemas que possam atrapalhar na metodologia, garantindo que todos tenham momento de fala em grupo, para que todos recebam um *feedback* sobre o desempenho.

Para que as atividades sejam desenvolvidas, os participantes contam com o apoio de um facilitador, que pode ser um professor também, o mesmo deve garantir que os cinco pilares da Aprendizagem Cooperativa sejam envolvidos na atividade, para que a aplicação da metodologia seja feita com sucesso. As tarefas cooperativas consistem no preceito de que, se um integrante não obtiver sucesso, nenhum dos demais obter. A parte de solução de problemas baseou-se em conhecimentos e experiências prévias de cada indivíduo do grupo e o desenvolvimento do projeto para analisar a dinâmica de grupo.

4. Trabalhos Relacionados

A robótica aplicada à educação tem se mostrado uma importante ferramenta nos processos de aprendizagem, por isso é uma temática bastante abordada, com inúmeros trabalhos e pesquisas. Em [Pio et al. 2006], foi observada a integração da robótica às disciplinas introdutórias em cursos de computação. Foi notado, ainda, que a integração do ensino de robótica nos semestres iniciais motiva e facilita o processo investigativo orientado à solução de problemas em outras disciplinas, reduzindo a evasão do curso.

Já [Santos 2005] realizou um experimento com estudantes da 8ª série do Ensino Fundamental utilizando o LEGO *Mindstorms* como ferramenta didática para ensino de conceitos de física, como velocidade, espaço, tempo, atrito, força e relação de engrenagens, no qual os alunos compreenderam bem conceitos de difícil entendimento, e foi notado maior grau de entendimento desses conceitos através da aplicação desse método.

Outra pesquisa interessante nos informa que o PC e a robótica, quando utilizados em conjunto, têm o potencial de desenvolvimento de habilidades eficientes, como mostrado por [Zanetti and Oliveira 2015], que utilizaram um robô (carro com *Arduino*) e a linguagem de programação visual S4A (*Scratch 4 Arduino*) em uma turma com alunos o 1º ano da rede pública em processo de aprendizagem de programação. Os autores utilizaram as técnicas do PC que envolviam inicialmente a abstração com o esquemático do desafio, usando em seguida, a análise de possíveis soluções e então executando-as, observando resultados e refazendo esse ciclo até chegar a solução final.

A Tabela 1 mostra a comparação de características dos trabalhos descritos acima com o proposto neste trabalho.

Tabela 1. Comparação entre trabalhos relacionados e o trabalho proposto.

Trabalho	Robótica	Tecnologia	Pensamento Computacional	Aprendizagem cooperativa
[Pio et al. 2006]	Sim	LEGO MindStorms e software educacional	Sim	Não
[Santos 2005]	Sim	LEGO MindStorms	Não	Não
[Zanetti and Oliveira 2015]	Sim	LEGO MindStorms	Não	Não
Este Trabalho	Sim	Arduino	Sim	Sim

De maneira geral, os trabalhos apresentados nesta seção abordam técnicas e conceitos que auxiliam a aprendizagem do aluno, como a competição, robótica e PC. Todavia, o presente trabalho acrescenta um novo elemento: a cooperação entre os alunos. Sendo assim, este estudo se difere dos trabalhos relacionados por usar a metodologia de Aprendizagem Cooperativa aplicada à robótica e PC.

5. Metodologia

Na Universidade Federal do Ceará existe o Programa de Aprendizagem Cooperativa em Células Estudantis (PACCE), que tem por objetivo incentivar estudantes a trabalharem em grupos heterogêneos, de maneira cooperativa em que todos contribuem para o aprendizado, ensinando e sendo ensinados, para cumprimento de atividades e projetos dentro da Universidade Federal do Ceará. O programa conta com um grupo de estudos voltado à Robótica Educacional, onde os participantes passam por uma capacitação sobre a metodologia da Aprendizagem Cooperativa e no decorrer dos encontros desafiam sua criatividade para o desenvolvimento de projetos em grupo.

O grupo de Robótica Educacional é composto por 42 alunos e visa ensinar os conceitos básicos de robótica para alunos desse centro universitário, onde o contato com o tema abordado é baixo. Proporcionar esse conhecimento aos alunos pode despertar o interesse em uma área que vem avançando historicamente. O grupo de robótica atuou ministrando aulas práticas e expositivas, utilizando a metodologia de Aprendizagem Cooperativa, seguindo os cinco pilares que [Johnson 2008] definem, apresentados na Seção 3. Ao esperar que o conhecimento prévio dos participantes acerca da temática de eletrônica básica fosse baixo, foram elaboradas para o plano de ensino aulas que variam desde introdução a eletrônica básica até os fundamentos da robótica.

Os encontros do grupo aconteceram semanalmente em um laboratório de robótica e tiveram duração de 2 horas cada. Lá os os participantes desenvolveram atividades relacionadas a temática de cada encontro. O articulador do projeto era responsável pelas aulas ministradas, sendo que para ministrar essas aulas o mesmo passou por formações a respeito de como trabalhar a metodologia em sala de aula; isso foi feito sob a orientação dos tutores do programa de Aprendizagem Cooperativa. O plano de atividades seguido nas aulas está organizado em cinco etapas, conforme a Figura 1. Em cada etapa foram trabalhados tanto os conceitos de robótica quanto os de Aprendizagem Cooperativa, além de propor aos alunos o desenvolvimento do PC.

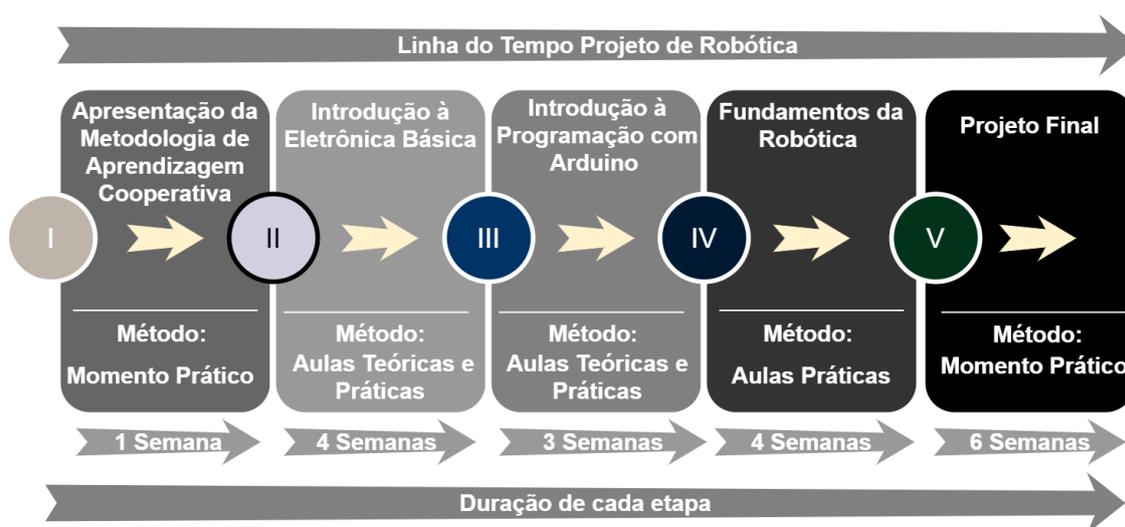


Figura 1. Passos Metodológicos

A primeira etapa trabalhada (I) durou um encontro semanal, onde foi realizada a apresentação da metodologia utilizada, pois a mesma é diferente das metodologias tradicionais de ensino. Dessa forma, os alunos foram instruídos sobre a Aprendizagem Cooperativa, trabalhando os pilares: Habilidades Sociais, Interação Promotora e Processamento de Grupo. Neste momento foram feitas duas atividades, uma de auto apresentação de cada participante e outra para a construção do contrato de convivência do grupo, que seria o local onde estavam disponíveis as regras que todos deveriam seguir. Todos os participantes assinaram o contrato.

A segunda etapa (II) teve 4 semanas de duração, no qual foram iniciadas as aulas envolvendo dois momentos: um teórico e outro prático. No momento teórico foram apresentados os conceitos básicos para introdução da eletrônica básica. Já no momento

prático, um roteiro de montagem e componentes eletrônicos foram disponibilizados. Trabalhando os pilares de interdependência positiva e responsabilidade individual, os membros foram divididos em equipes e foram delegadas atividades para cada um, sendo que as práticas de eletrônica básica eram sobre conceitos de grandezas elétricas, montagem e análise de circuitos eletrônicos. Utilizamos o *software Tinkercad* com o objetivo de auxiliar na montagem correta dos circuitos. Ao final de cada atividade desta etapa foi feito um processamento de grupo onde os participantes ficaram livres para dar *feedbacks* sobre o que acharam da atividade.

A terceira etapa (III) teve duração de 3 semanas e abordou as primeiras aulas de programação com a plataforma *Arduino*. Foram apresentados os conceitos mais básicos sobre a plataforma, as portas (digitais e analógicas) que poderiam ser utilizadas, e quais aplicações. Nesse momento, para trabalhar os pilares de Interdependência Positiva, Interação Promotora e Habilidades Sociais, os participantes continuaram divididos em equipes onde cada um teve uma função e recebeu um roteiro para a atividade direcionada. As equipes tiveram o objetivo de trabalhar os conceitos de eletrônica básica, junto aos de programação: eram cinco circuitos diferentes e cada circuito foi trabalhado por membros diferentes, logo após, os participantes tiveram que explicar uns aos outros as funções do seu circuito. Ao final foi feito um processamento de grupo para saber qual o *feedback* do grupo geral.

A quarta etapa (IV) durou 4 semanas e consistiu no ensino e práticas dos Fundamentos de Robótica, uma vez que os alunos já tinham o conhecimento sobre o básico de eletrônica, foi possível avançar para os conceitos mais específicos. Nesta etapa, foi trabalhada a Interdependência Positiva e Responsabilidade Individual, pois foi feito um rodízio de temas onde cada equipe trabalharia um conceito e traria para a turma sob a forma de atividade. Esta atividade se daria concluída com sucesso se todo o grupo conseguisse realizar a atividade proposta pela equipe. O desafio da etapa IV foi a programação de um braço robótico, cada aluno, programou uma função do braço os participantes tiveram que explicar como foi desenvolvida a sua lógica. Ao final da atividade, os alunos deram *feedbacks* sobre seu aprendizado.

A quinta (V), e última, etapa durou 6 semanas, nela foi feita a divisão dos participantes em equipes para o desenvolvimento dos projetos individuais, em que cada equipe teve que formular e resolver um problema robótico, tendo seis semanas para finalizá-los. Nesse momento, os participantes já haviam passado por todas as fases e já deveriam ter conhecimento básico para a montagem de projetos. Dessa maneira, trabalhando os cinco pilares da Aprendizagem Cooperativa, os participantes foram desafiados para se separarem em oito equipes, divididas em : seis equipes com cinco alunos(cada) e duas equipes com seis alunos(cada), totalizando 42 participantes no projeto, que fariam parte de uma exposição ao final do semestre. A Figura 2 apresenta alguns momentos de trabalho dos alunos que participaram do grupo de robótica.

A aplicação de Robótica Educacional, aliada à Aprendizagem Cooperativa, foi realizada na Universidade Federal do Ceará, por meio do grupo de robótica. Seus participantes desenvolveram projetos ligados a diversas áreas, tais como: agricultura, por meio de um protótipo de sistema de irrigação; acessibilidade, através do protótipo de dois sistemas de identificação de obstáculos para pessoas com deficiência visual; e educação, por meio do desenvolvimento de uma aranha robótica, um braço mecânico e um carro



Figura 2. Momentos das atividades

seguidor de linha, como facilitadores de aprendizagem.

Com o objetivo de analisar as percepções dos alunos e obter um retorno do grupo de robótica, foi requisitado aos participantes que respondessem a um questionário de avaliação onde não era necessário identificação. Dos 42 participantes, 38 responderam nosso questionário. Além disso, para a mensuração de dados obtidos através do questionário, fez-se uma análise de amostragem, levando-se em consideração o total de alunos de cada curso que participou do grupo de robótica. Para análise estatística seguimos as definições de [Larson et al 2009], e utilizamos a fórmula calcular a amostra de estimativa confiável da proporção populacional.

Tendo em vista que a população total – número de estudantes dos cursos de Ciência da Computação, Engenharia de Computação e Design Digital – era de 488 pessoas e que, dessas, 38 responderam ao questionário mencionado, os resultados para essa amostra possuem um índice de confiança de 90%, com uma margem de erro de 13%. Em outras palavras, as respostas que foram obtidas pela amostra de 38 pessoas estariam em 90% dos intervalos de respostas que seriam obtidos se toda a população tivesse respondido, com os intervalos construídos sobre um erro de 13%.

Analisou-se as respostas dos participantes em duas etapas: a primeira, na qual foi feita o pré-processamento dos dados para que fossem minerados, sendo assim, através da técnica de normalização definida em [Costa et al 2002], permitindo-se dimensionar os valores dos dados em um intervalo especificado, como -1,0 à 1,0 ou 0,0 à 1,0. Dessa forma, os intervalos de satisfação como: Muito bom, Bom, Regular, Ruim e Muito ruim, foram transformados em variáveis de sim e não. Considerando que, Muito Ruim, Ruim e Regular não sendo satisfatórios (não) e Bom e Muito Bom, como satisfatórios (sim).

Já na segunda etapa desta análise, com o intuito de encontrar padrões, trabalhamos com conceitos de Mineração de Dados e para isso, utilizamos a técnica de análise associativa de dados, utilizando o *Software Weka* [Damasceno 2015]. O Quadro 2 apresenta as relações analisadas com o *Weka*. Este *software* foi utilizado para o processo de associação, que é uma técnica que gera padrões mais relevantes dos dados em formas de precedentes e consequentes, contém no precedente um subconjunto de atributos e seus valores, e no consequente um subconjunto de atributos que decorrem do precedente. A confiança é calculada da seguinte maneira:

$$conf(A \rightarrow B) = \frac{\text{quantidade de instâncias contendo A quanto B}}{\text{quantidade de instâncias contendo A}}$$

6. Resultados

A Figura 3 mostra as porcentagens das respostas da aplicação do questionário enviado aos participantes da célula de estudos de robótica. Observou-se que 50 % dos estudantes estavam no 1 ou 2 semestre do curso. Além disso, observando-se as perguntas 2 e 3, nota-se que 86,8% já tinham conhecimentos prévios de programação, mas apenas 65,8% possuíam algum conhecimento de eletrônica. Ademais, segundo as perguntas 4, 5 e 6, percebe-se que a maioria dos estudantes sente-se à vontade aprendendo com outros alunos e que 89,5% deles considera o trabalho em equipe um fator motivador e acredita que a Aprendizagem Cooperativa auxilia no processo de aprendizado. Aliadas a esses indicadores da importância da cooperação para o desenvolvimento dos alunos, estão as respostas das perguntas 7 e 10, em que a maioria dos estudantes disse ter aprendido o conteúdo abordado e não ter enfrentado dificuldades para construir as soluções dos projetos. Isso demonstra o grande potencial da metodologia de Aprendizagem Cooperativa para o ensino de programação e robótica.

Também, de acordo com a pergunta 8, nota-se que 81,6% dos estudantes disse que a participação na célula os ajudou a entender melhor as disciplinas de programação vistas na universidade. Esse é um resultado muito importante, tendo em consideração que a maioria dos participantes da célula eram de semestres iniciais e que, nesses semestres, o desempenho nas disciplinas tem grande influência sobre a decisão do estudante de permanecer ou não no curso. Dessa maneira, também constata-se a célula de robótica como um projeto promissor que pode contribuir para a diminuição da evasão de estudantes em cursos de computação.

Por fim, as respostas das perguntas 9 e 11 demonstram que a Aprendizagem Cooperativa foi um diferencial para o aprendizado dos participantes e que 92,1% destes disseram estar satisfeitos com a célula. Conforme visto em seções anteriores, a Aprendizagem Cooperativa envolve diversas características, desde o trabalho em equipe, a interdependência positiva, até a comunicação em grupo e o desenvolvimento da responsabilidade individual. Dessa maneira, concluímos que a célula de robótica permitiu aos seus participantes o desenvolvimento não somente de habilidades técnicas, como também de habilidades pessoais, proporcionando momentos de compartilhamento de conhecimentos e de amadurecimento, que se refletem no desempenho desses estudantes nos seus processos de aprendizagem, em sua satisfação em participar do projeto, na maneira como eles se relacionam com seus colegas e se desenvolvem no ambiente universitário.

No Quadro 2, observa-se alguns resultados de um processo de mineração de dados aplicado sobre as respostas do questionário, utilizando a plataforma *Weka*, que nos permitiu traçar perfis sobre as opiniões dos respondentes.

O Quadro 2 apresenta alguns relacionamentos entre grupos de respostas dadas pelos participantes. Assumindo-se que *A* indica que o trabalho em equipe é um fator importante e *B* significa que a célula de robótica foi satisfatória, percebe-se que sempre que um estudante atribui valor positivo a *A*, ele também atribui a *B*. Em outras palavras, isso demonstra que o trabalho em equipe – um dos pilares da Aprendizagem Cooperativa – foi um fator muito importante na experiência que os estudantes tiveram na célula e que ele pode ter contribuído para a satisfação com a mesma, mostrando a eficiência dos métodos aplicados. É importante, também, destacar que essa análise possui um intervalo de confiança entre 94% e 97%. Também foi analisada a influência do semestre e dos

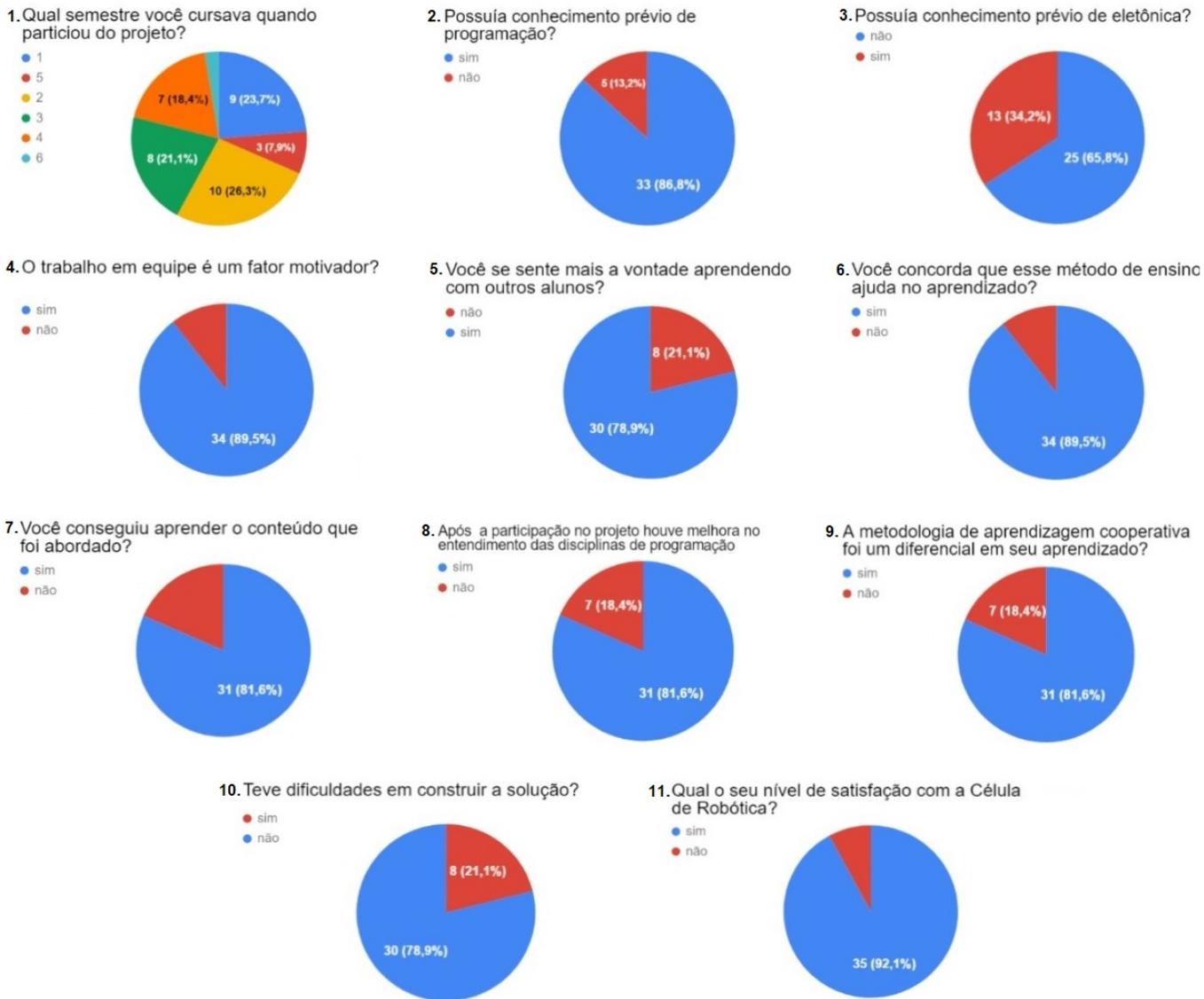


Figura 3. Perguntas e respostas dos alunos através do questionário.

Quadro 2. Relações analisadas com o *Weka*.

A	B
1. O trabalho em equipe é um fator motivador	Qual o seu nível de satisfação com a Célula de Robótica?
2. Você concorda que esse método de ensino ajuda no aprendizado?	O trabalho em equipe é um fator motivador?
3. O trabalho em equipe é um fator motivador?	Você concorda que esse método de ensino ajuda no aprendizado?
4. Você concorda que esse método de ensino ajuda no aprendizado?	Qual o seu nível de satisfação com a Célula de Robótica?
5. Qual o seu nível de satisfação com a Célula de Robótica ? e Você concorda que esse método de ensino ajuda no aprendizado?	O trabalho em equipe é um fator motivador?
6. O trabalho em equipe é um fator motivador? e Você concorda que esse método de ensino ajuda no aprendizado?	Qual o seu nível de satisfação com a Célula de Robótica?
7. O trabalho em equipe é um fator motivador?	Você concorda que esse método de ensino ajuda no aprendizado?
Qual o seu nível de satisfação com a Célula de Robótica?	O trabalho em equipe é um fator motivador?
8. Qual o seu nível de satisfação com a Célula de Robótica?	Você concorda que esse método de ensino ajuda no aprendizado?
9. Qual o seu nível de satisfação com a Célula de Robótica?	O trabalho em equipe é um fator motivador? Qual o seu nível de satisfação com a Célula de Robótica?
10. Você concorda que esse método de ensino ajuda no aprendizado?	

conhecimentos prévios de programação e eletrônica, observando-se que, mesmo quando o estudante não possuía conhecimentos prévios sobre as áreas em estudo, ele conseguia

desenvolver seu aprendizado e realizar as atividades propostas.

Durante o desenvolvimento dos projetos, notou-se que alguns estudantes apresentaram dificuldades, com relação à programação ou à montagem do protótipo. Entretanto, como as equipes foram montadas de maneira a ter, pelo menos, um membro com maior experiência, os participantes de cada equipe puderam trocar conhecimentos e ajudar uns aos outros, conforme esperado de um processo de Aprendizagem Cooperativa. Também foi observada a cooperação entre equipes, o que permitiu que novas ideias surgissem dentro da temática de cada projeto e que estes pudessem ser finalizados. Além disso, observou-se o desenvolvimento do PC dos alunos ao longo dos encontros da célula, com o amadurecimento de suas capacidades de modelagem dos problemas, divisão em partes menores para facilitar sua resolução, de definição de problemas que pudessem ser tratados computacionalmente e a criação de dispositivos e algoritmos para a resolução dos problemas propostos.

Finalmente, os projetos desenvolvidos durante a célula de robótica foram apresentados em uma exposição interna no campus de [omitido para correção], para que mais pessoas pudessem conhecer o que foi desenvolvido e tirar dúvidas com os participantes. Após as apresentações, estes deram *feedbacks* sobre suas experiências durante a célula, falando sobre suas maiores dificuldades, o que gostaram de trabalhar, o que aprenderam e como a ajuda de outras pessoas foi importante. Um detalhe muito interessante foi a recorrência de respostas, onde todos falaram sobre a sensação de apresentarem seus projetos para um público, a satisfação em ver os participantes motivados com suas apresentações e os aprendizados obtidos tanto por quem estava assistindo, como pelos próprios membros do grupo.

7. Considerações Finais

O estudo bibliográfico revelou que a exploração de novas metodologias na educação aliadas às TICs tem sido uma demanda crescente. Em convergência com as novas demandas educacionais, o trabalho propôs o ensino de robótica através da aprendizagem cooperativa e mostrou-se promissor, quando comparado com os outros [Pio et al. 2006][Santos 2005][Zanetti and Oliveira 2015] que trabalharam com tecnologias como Lego dentro de ambientes educacionais.

A adoção da metodologia de Aprendizagem Cooperativa no desenvolvimento das atividades que levaram os estudantes a desafiar não apenas a si mesmos, mas outros estudantes com níveis de conhecimento semelhantes, pois contribuiu para o processo de comunicação da própria equipe. Ressaltando a importância da Aprendizagem Cooperativa destacamos comentários dos alunos: A1: “Tive dificuldade inicial para interagir com grupo, mas consegui superar isso com a metodologia da Aprendizagem Cooperativa”; A2: “Não apresentei muitas dificuldades, por que minhas dúvidas sempre eram logo sanadas em grupo. A metodologia é muito boa”.

Podemos destacar, que o fator cooperação, auxiliou na aprendizagem dos alunos, uma vez que todas as atividades que foram trabalhadas, envolviam aprendizagem cooperativa e na pesquisa aplicada apontou que 81,6% dos participantes afirmam que a metodologia foi um diferencial. Outros pontos, que ressaltamos são o avanço na aprendizagem de programação. Alguns comentários que reforçam são : A3: “Já trabalhei em equipe, mas não tínhamos esses pilares para seguir, no projeto, tentar seguir cada pilar foi algo dife-

rente e interessante, por que nos estimula a querer aprender e ensinar para que os colegas aprendam também”; A4: ”Trabalhei bastante a parte de lógica de programação para poder ajudar a minha equipe”.

Das lições aprendidas, percebeu-se que a Aprendizagem Cooperativa quando trabalhada em conjunto com a Robótica, ajuda no processo de desenvolvimento do PC, à medida que os alunos envolvidos vão resolvendo os problemas de forma cooperativa interagindo com os outros alunos e trabalhando os cinco pilares. Sendo assim, os mesmos constroem juntos uma curva de aprendizado, na qual os alunos apresentam uma forma de pensar sistemática para a resolução das atividades propostas. Para este trabalho, pontos relevantes foram observados como a criatividade e o processo de desenvolvimento das atividades propostas na metodologia. Vale ressaltar que, foi possível trabalhar à Aprendizagem Cooperativa em conjunto com a robótica, duas coisas que antes não eram vistas juntas e que através desse estudo realizado conseguimos observar que os resultados são positivos promovendo uma forma de aprendizagem onde todos saem com níveis de conhecimento equivalentes.

Uma proposta para a continuidade da pesquisa seria trazer os tópicos avançados em Robótica Educacional de forma interdisciplinar, envolvendo mais conteúdos que pudessem auxiliar o aprendizado proporcionando uma experiência lúdica, com a elaboração de desafios que abordem problemas atuais, aos alunos com o objetivo de estimular o PC.

Referências

- Costa et al, S. (2002). *Mineração de dados-funcionalidades, técnicas e abordagens*. PUC.
- da Silveira Junior, C. R., Fleury, C. A., and da Costa, G. F. (2021). Ação conjunta para o ensino de robótica educacional em escolas públicas da rede municipal de goiânia. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(1):439–456.
- Damasceno, M. (2015). Introdução a mineração de dados utilizando o weka. *Disponível em: <https://bit.ly/3hA3u8Eo>*.
- Johnson, Roger T e Johnson, D. W. (2008). Active learning: Cooperation in the classroom. *The annual report of educational psychology in Japan*, 47:29–30.
- Larson et al, R. (2009). *Elementary statistics: Picturing the world*. Pearson Prentice Hall.
- Martins, A. (2006). *O que é Robotica*. Editora Brasiliense.
- Matarić, M. J. (2014). *Introdução à robótica*. Editora Blucher.
- Pio et al., J. L. (2006). A robótica móvel como instrumento de apoio à aprendizagem de computação. In : *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*, volume 1, pages 497–506.
- Santoro et al, F. (1999). Um framework para estudo de ambientes de suporte à aprendizagem cooperativa. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 4(1):51–68.
- Santos, C. F. e Menezes, C. S. (2005). A aprendizagem da física no ensino fundamental em um ambiente de robótica educacional. In : *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 1.
- SBC (2018). ”diretrizes para ensino de computação na educação básica”, sociedade brasileira de computação.

- Silva, E. and Javaroni, S. L. (2018). Pensamento computacional e atividades com robótica para a promoção da aprendizagem sobre o significado do resto da divisão euclidiana. In : *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*, volume 29, page 815.
- Smyser, B. (1993). Active and cooperative learning.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Zanetti, H. and Oliveira, C. (2015). Práticas de ensino de programação de computadores com robótica pedagógica e aplicação de pensamento computacional. In : *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 4, page 1236.
- Zanetti et al, H. (2016). Pensamento computacional no ensino de programação: uma revisão sistemática da literatura brasileira. In : *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*, volume 27, page 21.